



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Diseño e Implementación de Material Potencialmente Significativo para la Enseñanza de la Física Mecánica en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

Alejandro Hoyos Sánchez

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Medellín,
Colombia
2019

Diseño e Implementación de Material Potencialmente Significativo para la Enseñanza de la Física Mecánica en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

Alejandro Hoyos Sánchez

Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:
Magister. Jhon Jairo Mira Muriel

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Medellín,
Colombia
2019

Dedicatoria

Más que una dedicatoria, es además, un reconocimiento a las mujeres más especiales que durante toda mi vida me han acompañado y me han brindado todo el apoyo incondicional. Son tres mamás que llevo en mi mente y en mi corazón, mamá Yolanda, tía Gloria y abuela Oliva, y que gracias a ellas soy un hombre de bien.

Mamá, gracias por acompañarme en todos los momentos de mi vida, dándole el toque de alegría, amor, locura, risas, actitud positiva, experticia, servicio y paciencia. Agradecido por todos los momentos de escucha y consejos para caminar derecho por la vida.

Tía, eres una mujer que recibe toda mi admiración por el ejemplo que nos muestras, una mujer con tenacidad, convicción y don de servicio a disposición de todos los integrantes de la familia. Gracias por todo el apoyo que me ha permitido crecer como persona y profesional.

Abuela, sé que en este momento no eres consciente de lo que sucede a tu alrededor, pero tiene a un nieto que te ama y está muy agradecido por todo lo que brindaste: el amor, la compañía, los consejos, los regaños, la formación y todos los platos de comida que me serviste con mucho amor. Todo esto multiplica en mi vida y tiene un valor gigante.

Al tío Hernán, el primo Juan y las primitas Ana y Laura, les agradezco por la compañía, el cariño y el calor de hogar tan especial que forman en la familia. Dios los bendiga.

Agradecimientos

Agradecido con el proyecto Aula Taller de Ciencias y la institución Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Más que un espacio académico se convirtió un mi casa de formación personal, humano y profesional desde mis inicios como estudiante y a la fecha como docente.

Todo esto es posible agracias al apoyo y a la contribución permanente de todo el equipo de trabajo Aula Taller de Ciencias, desde sus estudiantes participes pasando por todos los docentes, estudiantes monitores y psicopedagogas. Gracias por su trabajo, la confianza, el compañerismo y el apoyo permanente para llevar a cabo este trabajo.

Agradezco especialmente a los profesores Carlos Alberto Hurtado Castaño y el profesor Jhon Jairo Mira Muriel, por acompañarme, brindarme sus conocimientos y experiencia, orientarme y darme la mano en todo momento de este proceso formativo. Dios los bendiga.

Agradezco al profesor Jorge Alberto Gómez López y Julián Alberto Gómez López por su apoyo brindado en los inicios de este proceso.

Resumen

Este trabajo presenta el desarrollo de una intervención pedagógica y didáctica en el Aula Taller de Ciencias del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid en el área de Física Mecánica para estudiantes en riesgo de deserción académica. Aplicando la fundamentación teórica del Aprendizaje Significativo, Aprendizaje Significativo Crítico y elementos de la Taxonomía de Bloom, se realiza una estrategia metodológica que implementa el Material Potencialmente Significativo que permitan fortalecer los procesos de aprendizaje, incrementando los niveles de comprensión de los fenómenos y disminuyendo los niveles de deserción que se presentan en el aula de clase universitaria. Los resultados de este trabajo se presentan a través de diferentes instrumentos de recolección de información y distribuciones de probabilidad que permitan estimar el nivel de conocimiento adquirido por los estudiantes en los conceptos físicos presentes en el Movimiento Rectilíneo.

Palabras claves: Aprendizaje Significativo, Aprendizaje Significativo Crítico, Taxonomía de Bloom, material potencialmente significativo, Aula Taller, aprendizaje a través del lenguaje y aprendizaje a través de experimentación.

Abstract

This work presents the development of a didactic and pedagogical activity at *Aula Taller de Ciencias* of *Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid* in mechanical physics subject for academic dropout students. The work applies the theoretical elements of *Meaningful Learning* and *Bloom's Taxonomy*, it does methodological strategy base on potentially significant material, increases learning levels of physicists phenomena and decreses the dropout levels students undergraduates. The reported results are in different reporting instruments and probability distributions to calculate the acquired khnowledge of the physics concepts in kinematic.

Keywords: meaningful learning, Bloom's Taxonomy, didactic teching material, classroom-workshop, learning through language and learning through experiments.

Tabla de Contenido

Agradecimientos	4
Resumen	5
Contenido	6
Lista de figuras	8
Lista de tablas	9
Introducción	11
CAPITULO I. DISEÑO TEÓRICO	12
1.1 Selección y delimitación del tema	12
1.2 Planteamiento del Problema	16
1.2.1 Descripción del problema	16
1.2.2 Formulación de la pregunta	19
1.3 Justificación	19
1.4 Objetivos	21
1.4.1 Objetivo General	21
1.4.2 Objetivos Específicos	21
1.5 MARCO REFERENCIAL	21
1.5.1 Referente Antecedentes	21
1.5.2 Referente Teórico	24
1.5.3 Referente Conceptual-Disciplinar	31
1.5.4 Referente Legal	34
1.5.5 Referente Espacial	35
CAPITULO II. DISEÑO METODOLÓGICO: Investigación aplicada	37
2.1 Enfoque	37
2.2 Método	38
2.3 Instrumento de recolección de información y análisis de información	41
2.4 Población y Muestra	41
2.5 Cronograma	41
CAPITULO III. SISTEMATIZACIÓN DE LA INTERVENCIÓN	42
3.1 Caracterización de los estudiantes participantes de la propuesta de enseñanza y aprendizaje de la Física Mecánica universitaria bajo el enfoque Aula Taller	42
3.2. Diseño, construcción e implementación del material potencialmente significativo para el proceso de la enseñanza y el aprendizaje de la Física del Movimiento	56
3.2.1. Aprendizaje de la Física a través del lenguaje, significados, conceptos y proposiciones	58
3.2.2 Aprendizaje de la Física a través de la experimentación	67

3.3. Valoración del material potencialmente significativo y su impacto en el proceso de aprendizaje de los conceptos relacionados al fenómeno de Movimiento Rectilíneo	75
3.3.1 Valoración del aprendizaje de la Física a través del lenguaje, significados, conceptos y proposiciones	75
3.3.2 Valoración del aprendizaje de la Física a través de la experimentación	83
3.3.3. Análisis de los niveles de aprendizaje adquiridos por los estudiantes en el proceso de estudio de los fenómenos físicos.	91
3.4. Conclusiones y reflexiones	104
Perspectivas	107
Referencias	108
Anexos	112
Anexo 1. Subsuntores.	
Anexo 2. Material Potencialmente Significativo – Movimiento Rectilíneo.	
Anexo 3. Instrumentos de Recolección de Información.	
Anexo 4. Evidencias Trabajo de Estudiantes.	
Anexo 5. Material Potencialmente Significativo para otros Fenómenos Físicos	

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa conceptual, estructura del material didáctico para el aprendizaje de la Física Mecánica en el Curso Especial del Aula Taller de Ciencias.	18
Figura 2. Diagrama del proceso de aprendizaje significativo. Elaborado por: autor.	25
Figura 3. Diagrama de la estrategia didáctica y su respectivos principios del ASC. Elaborado por: autor.	26
Figura 4. Mapa conceptual acerca de las competencias genéricas establecidas por el MEN. Elaborado por: Autor.	33
Figura 5. Edades de los estudiantes del grupo de Física del Movimiento. Fuente: Encuesta de entrada Aula Taller de Ciencias 2019.	43
Figura 6. Salarios del grupo familiar de los estudiantes del curso de Física del Movimiento. Fuente: Encuesta de entrada Aula Taller de Ciencias 2019.	44
Figura 7. Intensidad laboral de los estudiantes del Curso de Física del Movimiento. Fuente: Encuesta de entrada Aula Taller de Ciencias 2019.	45
Figura 8. Áreas de formación profesional de los estudiantes del curso de Física del Movimiento. Fuente: Encuesta de entrada Aula Taller de Ciencias 2019.	46
Figura 9. Repitencia de los estudiantes del curso de Física del Movimiento. Fuente: Encuesta de entrada Aula Taller de Ciencias 2019.	47
Figura 10. Estudiantes del Curso de Física del Movimiento realizando actividad inicial de diagnóstico. Fuente: Autor.	49
Figura 11. Resultados consolidados frente a los conceptos físicos de estudio. Fuente: Autor.	52
Figura 12. Diagnóstico de los estudiantes frente al desempeño en la actividad de subsunsores. Fuente: Autor.	54
Figura 13. Mapa conceptual presentación del enfoque del MPS para la enseñanza de la Física. Elaborado por: Autor.	58
Figura 14. Informes de lectura elaborados por los estudiantes del Curso Especial Física del Movimiento. Fuente: Autor.	60
Figura 15. Estudiantes participando en la socialización conceptual de los informes de lectura. Fuente: Autor.	61
Figura 16. Actividades realizadas por los estudiantes para el desarrollo de Mapas Conceptuales. Fuente: Autor.	63
Figura 17. Mapas Conceptuales elaborados por los estudiantes. Fuente: Autor.	64
Figura 18. Participación de los estudiantes en la socialización de Mapas Conceptuales. Fuente: Autor.	65
Figura 19. Participación de los estudiantes en el foro-conversatorio de las Aplicaciones de la Física y las Ciencias Naturales. Fuente: Autor.	66
Figura 20. Proceso de experimentación por parte de los estudiantes para el aprendizaje de los conceptos de movimiento. Fuente: Autor.	68
Figura 21. Participación de los estudiantes en las actividades experimentales. Fuente: Autor.	69
Figura 22. Participación de los estudiantes en los espacios de socialización grupal. Fuente: Autor.	69
Figura 23. Potencialidades del entorno de simulación para el aprendizaje de la Física. Fuente: Autor.	71
Figura 24. Participación de los estudiantes en las actividades de simulación. Fuente: Autor.	72
Figura 25. Presentación de <i>Proyectos Finales de Curso</i> . Fuente: Autor.	74

Figura 26. Recursos bibliográficos implementados por los estudiantes para los Informes de Lectura. Fuente: Autor.	76
Figura 27. Experiencia de los estudiantes frente a la elaboración de Informes de Lectura. Fuente: Autor	77
Figura 28. Valoración del proceso de aprendizaje con los Mapas Conceptuales. Fuente: Autor.	78
Figura 29. Valoración de la identificación de proposiciones en los Mapas Conceptuales. Fuente: Autor.	79
Figura 30. Valoración del trabajo en equipo y retroalimentación del proceso. Fuente: Autor.	80
Figura 31. Valoración del material de apoyo para el desarrollo del foro-conversatorio. Fuente: Autor.	81
Figura 32. Valoración de la actividad de Foro-Conversatorio de las aplicaciones de la ciencia. Fuente: Autor.	82
Figura 33. Valoración de los experimentos propuestos en las guías didácticas. Fuente: Autor.	83
Figura 34. Valoración de los materiales a disposición de las actividades experimentales. Fuente: Autor.	85
Figura 35. Contribución de las actividades experimentales al aprendizaje y al desempeño académico. Fuente: Autor.	85
Figura 36. Valoración de las simulaciones propuestas por parte de los estudiantes. Fuente: Autor.	87
Figura 37. Impacto de las actividades de simulación en el proceso de aprendizaje de la Física. Fuente: Autor.	88
Figura 38. Impacto del desarrollo de proyectos en el proceso formativo de los estudiantes. Fuente: Autor.	89
Figura 39. Contribución de la construcción de proyectos para el aprendizaje de la Física. Fuente: Autor.	90
Figura 40. Pirámide de la Taxonomía de Bloom. Fuente: Calvo, 2015.	92
Figura 41. Gráfico de consolidación de niveles de aprendizaje de los estudiantes. Fuente: Autor.	94
Figura 42. Aplicación de la Taxonomía de Bloom para el aprendizaje de la Física Mecánica. Fuente: Autor.	96
Figura 43. Porcentajes globales de aprobación, deserción y pérdida del curso. Fuente: Autor.	102
Figura 44. Valoración cualitativa final de los estudiantes. Fuente: Autor.	103

Lista de Tablas

Tabla 1. Competencias genéricas para formación en educación superior MEN.	32
Tabla 2. Normograma acerca de la normativa que rige la educación superior en Colombia.	35
Tabla 3. Planificación de actividades de la propuesta de trabajo.	40
Tabla 4. Cronograma de actividades	42
Tabla 5. Aspectos académicos, pedagógicos y personales manifestados por los estudiantes repitentes del curso de Física del Movimiento. Fuente: Encuesta de entrada Aula Taller de Ciencias 2019.	48

Tabla 6. Recuento y tabulación de los conocimientos previos de los estudiantes del curso de Física del Movimiento. Fuente: Autor.	51
Tabla 7. Parámetros de desempeño para el diagnóstico inicial del curso. Fuente: Autor.	54
Tabla 8. Principios del ASC implementados en el desarrollo del MPS. Fuente: Autor	56
Tabla 9. Proyectos finales de curso desarrollados por los estudiantes. Fuente: Autor.	73
Tabla 10. Valoración final de los niveles de aprendidos en los conceptos de Física. Fuente: Autor.	94
Tabla 11. Distribuciones de probabilidad y sus variables para cada concepto físico. Fuente: Autor.	98
Tabla 12. Probabilidades obtenidas frente al nivel de aprendizaje obtenido por los estudiantes. Fuente: Autor.	100

Introducción

El trabajo presentado en este documento corresponde al compromiso de cierre de la asignatura de Trabajo de Grado del programa de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, el cual fue llevado a cabo en el Aula Taller de Ciencias del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, siendo consolidado como un proyecto institucional que tiene como misión velar por el bienestar académico de la comunidad estudiantil que pertenece y participa en el ciclo formativo de las ciencias naturales como etapa inicial de sus programas profesionales. El Aula Taller de Ciencias se caracteriza por brindar apoyo y acompañamiento académico a los estudiantes a través de diferentes estrategias, entre ellas los *Cursos Especiales* los cuales son dirigidos a estudiantes en riesgo de deserción por bajo rendimiento académico.

En el marco de esta estrategia académica del Aula Taller de Ciencias, este trabajo acoge a los estudiantes del Curso Especial de Física del Movimiento (Física Mecánica), que a partir del referente teórico del Aprendizaje Significativo, los principios del Aprendizaje Significativo Crítico y la Taxonomía de Bloom, se implementa una estrategia metodológica que a partir del diseño, la construcción e implementación de material didáctico basado en el aprendizaje a través del lenguaje y la experimentación. Esta propuesta logra la adquisición de aprendizaje significativo como resultado de un proceso de aprendizaje centrado en el estudiante, en su comprensión y la conceptualización de los fenómenos físicos, aplicación de nuevas herramientas para el aprendizaje y hábitos de estudio que impacten en su ejercicio profesional. El desarrollo de este trabajo permite disminuir los niveles de deserción estudiantil en referencia a los cursos tradicionales, generar nuevas dinámicas de enseñanza y aprendizaje de la Física y las demás áreas de la ciencia en el ámbito universitario, promueve la transformación del aula de clase universitaria, y además como resultado del proceso estudiantil, se alcanzan mayores niveles de comprensión y aprendizaje de los fenómenos físicos.

La etapa inicial de la intervención realizada comienza con la indagación a los estudiantes a cerca de sus saberes previos denominados *subsuno*res, como base para la selección

del Material Potencialmente Significativo enmarcado en los principios del Aprendizaje Significativo Crítico que acompaña la estrategia didáctica de aprendizaje orientada por la Taxonomía de Bloom, y finalmente, se sistematiza la experiencia a partir de la aplicación de los instrumentos de recolección de información, tales como: galería fotográfica, video de experiencias, diario de campo docente y encuestas, además de la elaboración de distribuciones de probabilidad que permitan estimar el impacto frente al aprendizaje de los fenómenos físicos de Cinemática relacionados al Movimiento Rectilíneo, entre ellos: desplazamiento, velocidad, rapidez, aceleración y MRUA – Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado.

La construcción permanente de la estrategia metodológica del curso, en conjunto con el diseño e implementación del Material Potencialmente Significativo para la enseñanza y el aprendizaje de la Física, viene en consolidación desde el periodo académico 2017, impactando en los procesos pedagógicos liderados en el Aula Taller de Ciencias logrando la participación en el Congreso Nacional de Física 2017 en la línea de Enseñanza de la Física, como también contribuye a la consolidación de resultados institucionales presentados en la Convocatoria de Buenas Prácticas del MEN, en el marco del Foro Internacional de Sistemas de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior 2019, siendo el Aula Taller de Ciencias del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid la ganadora de la convocatoria nacional.

CAPÍTULO 1 – DISEÑO TEÓRICO

1.1. Selección y delimitación del tema

La deserción estudiantil se ha convertido en un fenómeno que va más allá del bajo rendimiento académico de los estudiantes universitarios en el desarrollo de sus programas profesionales, esta problemática que afronta el sector educativo se ha caracterizado por el impacto desfavorable de diversos factores de índole económico,

social, personal, familiar, neuro-cognitivo, además del académico por parte de la institución educativa, entre otros factores que conlleven al abandono de la formación académica. (Páramo & Correa, 1999, p.67).

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional, a través de la herramienta nacional de seguimiento académico SPADIES (Sistema para la Prevención de la Deserción de la Educación Superior) las principales causas de la deserción estudiantil universitaria en nuestro país han sido las siguientes:

- **Socioeconómicos:** Capacidad económica del estudiante y la influencia de sus padres para sostener los costos que conlleva el estudio de un programa de pregrado. Estos aspectos conllevan a que los estudiantes sean trabajadores.
- **Individuales:** Dificultades personales que se presenta en el estudiante, los cuales impiden continuar con los estudios de un programa de pregrado, aspectos como: edad temprana, estudiantes cabezas de familia, quebrantos de salud, el programa de estudio seleccionado no llena sus expectativas personales para sus planes de vida, entre otras.
- **Académicos:** El estudiante presenta carencias de los conocimientos fundamentales necesarios para afrontar estudios de pregrado, además se desarrollan hábitos de estudio que desencadenan un bajo rendimiento académico. Frente a estas dificultades, se suma la falta de un acompañamiento académico, orientación profesional y vocacional en el momento de ingresar a la universidad.
- **Institucionales:** Los estudiantes se ven afectados cuando las instituciones de educación superior presenta carencias frente al apoyo económico necesario para los estudiantes en el sostenimiento y el acarreo con los costos de matrícula. Además, los estudiantes requieren de un acompañamiento académico frente a las necesidades en el aprendizaje de los estudiantes.

De acuerdo con el reporte realizado por ODES (Observatorio de Educación Superior de Medellín), a partir del total de los estudiantes desertores por año de las instituciones de

educación superior en Colombia, se alcanza una cifra del 36% de estudiantes que abandonan sus estudios en su primer año y un 15% en su segundo año. Siendo así, una cifra del 51% de estudiantes desertores en los cuatro primeros semestre universitarios, correspondientes en su mayoría al ciclo de formación en ciencias básicas (ODES, 2017).

Frente a esta problemática abrumadora se pone en marcha el proyecto pedagógico de permanencia que permite mitigar la deserción académica en el área de ciencias básicas del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, desde el Aula Taller de Ciencias de la Facultad de Ciencias Básicas, Sociales y Humanas. Esta iniciativa pedagógica de “*Aula-Taller*” para el esparcimiento y apoyo académico a la comunidad estudiantil, comienza en el periodo académico 2012 con el acompañamiento y el liderazgo de docentes investigadores adscritos a dicha facultad. Posteriormente, en el año 2014 comienza el proyecto de “*Cursos Especiales*”, el cual atiende a los estudiantes en riesgo de deserción académica bajo la condición de semestre especial en el área de Física del Movimiento (Física Mecánica), concentrando sus esfuerzos en generar las condiciones académicas y pedagógicas pertinentes a la luz de la teoría del Aprendizaje Significativo, para que estos estudiantes logren superar sus dificultades en el aprendizaje y continúen en su proceso de formación académico y profesional. A partir del año 2015 a la fecha, el *Aula-Taller* y su programa de *Cursos Especiales* evolucionan hacia las demás áreas de la ciencia, acogiendo a los estudiantes pertenecientes a las áreas de: Matemáticas, Geometría, Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Ecuaciones Diferenciales, Álgebra Lineal, Química General, Estadística, Biofísica, Electricidad y Magnetismo, y Física del Movimiento.

El desarrollo de este programa se ha caracterizado por la obtención de resultados satisfactorios en su intervención académica, pedagógica, y de desempeño académico por parte de los estudiantes partícipes, lo cual se ha socializado a la comunidad académica a través de los siguientes trabajos: *EL “AULA-TALLER”: UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA CONSTRUCTIVISTA AUSBELIANA CON ESTUDIANTES EN RIESGO DE DESERCIÓN ESTUDIANTIL EN EL CICLO BÁSICO DE CARRERAS DE INGENIERÍA*”,

y APRENDIZAJE ACTIVO-SIGNIFICATIVO BASADO EN LA METODOLOGÍA DE “AULA-TALLER” COMO ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN DE LA DESERCIÓN EN LOS CICLOS BÁSICOS DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA (Gómez, et al., 2016).

En el desarrollo del proyecto de *Cursos Especiales*, este trabajo contribuye al diseño, construcción e implementación de Material Potencialmente Significativo como apoyo al proceso metodológico y a la generación de la estrategia didáctica que adopta el Curso Especial de Física. Este trabajo se cataloga como el desarrollo del guías didácticas y su respectivo material de apoyo orientado bajo los principios del Aprendizaje Significativo Crítico propuesto por el profesor Marco Antonio Moreira, construyendo una ruta didáctica que promueva la participación activa del estudiante a través de actividades experimentales y de simulación, desarrollo de proyectos, además de la promoción del trabajo colaborativo como muestra del intercambio de la narrativa y del tablero por parte del docente, abriendo espacio a los estudiantes para la generación de preguntas como muestra de interacción social y del cuestionamiento. Además, esta estrategia lleva a cabo otras actividades que promueven la generación del conocimiento como lenguaje a través del desarrollo de informes de lectura y espacios de dialogo e intercambio académico para compartir los significados adquiridos por los estudiantes en los diferentes temas de estudio.

En el desarrollo de esta estrategia didáctica se implementarán diferentes instrumentos de recolección de datos que permitan analizar, interpretar y valorar el impacto de este Material Potencialmente Significativo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes además de su efecto en los niveles de deserción académica, ellos son: encuestas - cuestionario, guía de observación de campo por parte del docente, registro fotográfico y video de experiencias por parte de los estudiantes frente a la participación de las actividades propuestas, como también las actividades de evaluación formativa como muestra del desempeño académico disminuyendo las cifras de deserción estudiantil.

1.2. Planteamiento del Problema

1.2.1. Descripción del problema

En este trabajo se presenta como problemática la deserción estudiantil por bajo rendimiento académico en el área de Física Mecánica por parte de los estudiantes universitarios pertenecientes a los programas tecnológicos y profesionales del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Los estudiantes participantes de esta propuesta se encuentran en una situación de vulnerabilidad académica, debido a que se encuentran matriculados en condición de semestre especial (semestre de tercera repitencia), quedando en riesgo de ser sancionados académicamente frente a un retiro académico por un semestre si vuelve a reprobar la asignatura.

Esta condición de riesgo académico se presenta a partir de las consecuencias de diversos factores que contribuyen a obtener un bajo desempeño académico en las aulas de clase, algunas de ellas que sean evidenciado son: poca comprensión de los fenómenos físicos de estudio, técnicas y hábitos de estudio que promueven el aprendizaje mecánico y rutinario, masificación de alumnos en las aulas de clase, estructuras de evaluación basadas en la resolución de ejercicios predeterminados y sin contexto, población de estudiantes trabajadores con tiempo de estudio extracurricular limitado, además de la desconexión de las temática de estudio con el proceso formativo profesional y su ejercicio laboral, pertinencia, presencia en la vida cotidiana y en desarrollos científicos y tecnológicos (Gómez, et al., 2016).

Desde el periodo académico 2014, la Facultad de Ciencias Básicas, Sociales y Humanas del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid a través del equipo investigador de docentes pertenecientes al Aula Taller de Ciencias y Líderes del proyecto de “Cursos Especiales” (Gómez, et al., 2016) invita a los estudiantes afectados por estas condiciones académicas y que se encuentran en riesgo de deserción a que participen de este programa en las asignaturas de ciencias básicas, y entre ellas, en la propuesta de Curso Especial de Física del Movimiento. Estos cursos bajo en el enfoque Aula Taller se caracterizan por ser orientados bajo el referente teórico del *Aprendizaje Significativo Crítico*, donde el proceso de aprendizaje se centra en la interacción activa del estudiante,

el docente se convierte en una guía-orientador del proceso y brinda acompañamiento a los estudiantes, y el aula de clase se transforma en un ambiente de taller donde se promueve el trabajo colaborativo por medio de actividades didácticas acompañadas de guías de aprendizaje (Gómez, et al., 2016).

El desarrollo de este trabajo se encuentra enmarcado como apoyo a la estrategia académica y pedagógica que implementa el Curso Especial de Física del Movimiento del Aula Taller de Ciencias, allí se lleva cabo la puesta a punto de Material Potencialmente Significativo necesario para el aprendizaje de los conceptos, los cuales permitirán contribuir a la comprensión de los fenómenos físicos a través de actividades vivenciales, centradas en la observación, descripción, análisis y asimilación de conceptos asociados su comportamiento y aplicaciones. En la implementación de estas actividades se destaca la generación de espacios que invitan a la participación académica, el intercambio de significados y representaciones de los fenómenos físicos alrededor de actividades de lectura y participación en conversatorios alrededor de temas orientados a conocer la importancia de la Física en la vida cotidiana. A continuación se presenta un mapa conceptual que muestra la orientación, las características y aplicación del Material Potencialmente Significativo que será implementado como apoyo metodológico del Curso Especial de Física del Movimiento en el Aula Taller de Ciencias, la pregunta de enfoque es: *¿Cuál es la intencionalidad del Material Potencialmente Significativo para la enseñanza de la Física en el Curso Especial del Aula Taller de Ciencias?*

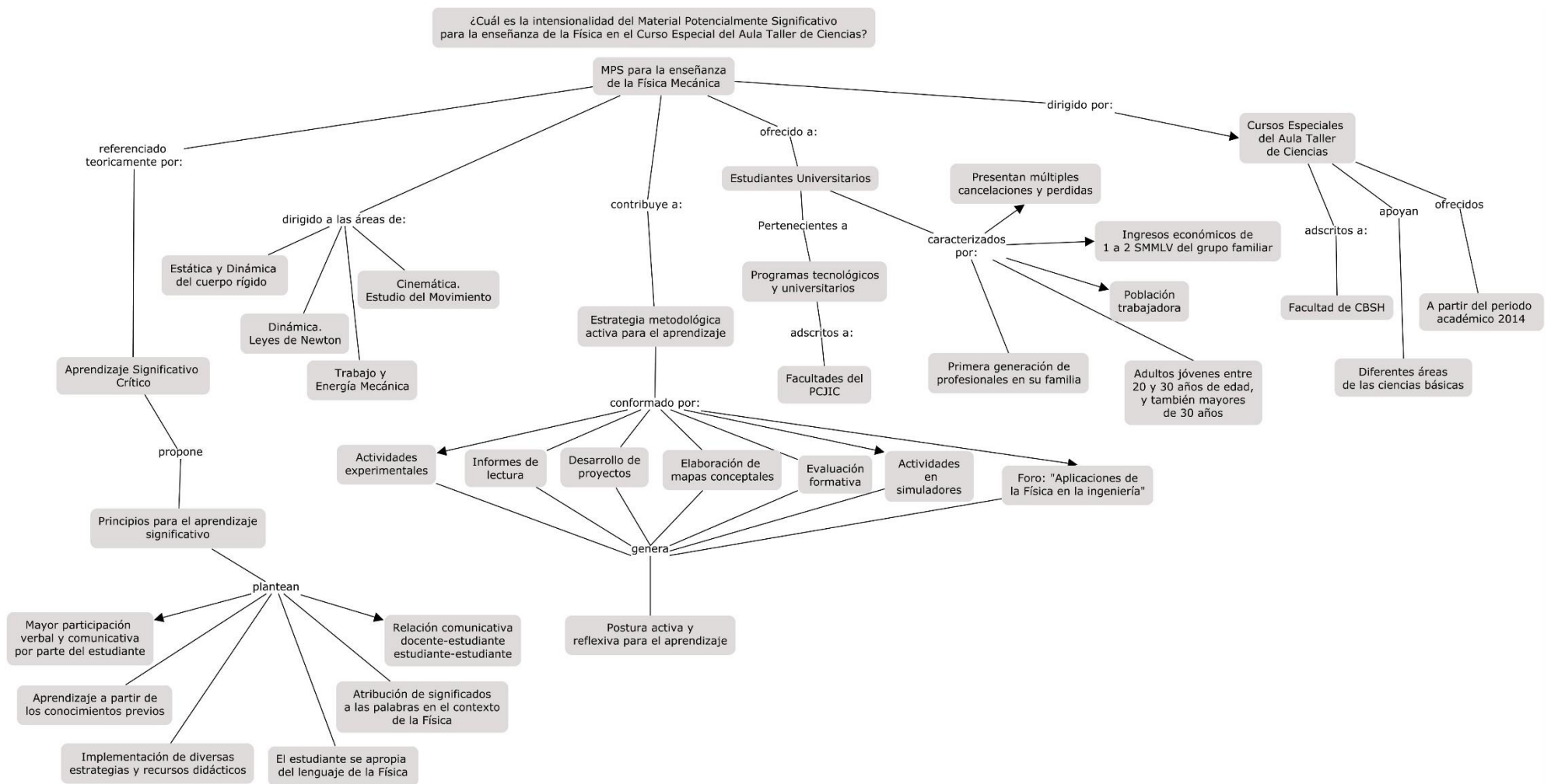


Figura 1. Estructura del material didáctico para el aprendizaje de la Física Mecánica en el Curso Especial del Aula Taller de Ciencias. Elaborado por: Autor.

1.2.2. Formulación de la pregunta

¿Cuál es el impacto de la selección adecuada de un Material Potencialmente Significativo para lograr un Aprendizaje Significativo en los estudiantes de Física del Curso Especial del Aula Taller de Ciencias del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid?

1.3. Justificación

El Aula Taller de Ciencias adscrita a la Facultad de Ciencias Básicas, Sociales y Humanas del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, a través del programa de los Cursos Especiales, ha desarrollado desde sus inicios en el periodo 2014 a través de grupo de docentes investigadores (Gómez et al., 2016), la intervención a los estudiantes en riesgo de deserción estudiantil generando cambios metodológicos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, desarrollando actividades enmarcadas bajo el referente teórico del *Aprendizaje Significativo* como se muestra en los trabajos: ***EL “AULA-TALLER”: UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA CONSTRUCTIVISTA AUSBELIANA CON ESTUDIANTES EN RIESGO DE DESERCIÓN ESTUDIANTIL EN EL CICLO BÁSICO DE CARRERAS DE INGENIERÍA***, y ***APRENDIZAJE ACTIVO-SIGNIFICATIVO BASADO EN LA METODOLOGÍA DE “AULA-TALLER” COMO ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN DE LA DESERCIÓN EN LOS CICLOS BÁSICOS DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA*** (Gómez, et al., 2016). Allí el Aula Taller de Ciencias se ha caracterizado por promover la transformación de las prácticas educativas en el aula, consolidándose en un espacio dedicado al desarrollo de actividades didácticas que contribuyan a la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias básicas dentro del ciclo formativo de la comunidad estudiantil, además de su contribución a la generación de espacios de esparcimiento y cultura académica a través de estrategias de atención permanente a los estudiantes, socialización y formación académica.

Dentro de esta trayectoria el Aula Taller de Ciencias en su Curso Especial de Física de Movimiento ha desarrollado una estrategia metodológica que permita contribuir a la generación de un aprendizaje significativo en los estudiantes llevando a cabo actividades que permitan una participación del estudiante desencadenando una interacción entre los

subsunoers del estudiante y el nuevo conocimiento, además de propiciar los espacios para socializar sus significados e interpretaciones construidas acerca de los fenómenos físicos, donde el docente se convierte en una guía del proceso de aprendizaje del estudiante promoviendo el trabajo en equipo y construcción colectiva conceptual, el aprendizaje a través del lenguaje y el significado de los conceptos, además de la experimentación e interacción con herramientas digitales.

Este trabajo tiene como propósito apoyar el proceso metodológico y pedagógico de este Curso Especial de Física del Movimiento por medio de la construcción del Material Potencialmente Significativo necesario para llevar a cabo la estrategia didáctica del curso. Esta estrategia se ha caracterizado por el desarrollo de actividades que generan cambios metodológicos de enseñanza y aprendizaje de la Física, tales como: actividades experimentales y de simulación orientado a través de guías didácticas, informes de lectura, talleres didácticos complementarios, desarrollo de proyectos, construcción y socialización de mapas conceptuales, evaluaciones individuales formativas, generación de espacios de conversación y reflexión acerca del aprendizaje de la Física. El propósito de la construcción de este material va encaminado a lograr una mayor comprensión de los fenómenos físicos, generar en los estudiantes mayores niveles de aprendizaje, además de enriquecer los procesos formativos de los estudiantes con diversos recursos para el aprendizaje. La implementación de esta estrategia impacta en los efectos de deserción estudiantil, reduciendo las cifras de cancelación y pérdida, y por ende aumento las cifras de aprobación del curso.

Este material propuesto y a disposición del Curso Especial del Aula Taller de Ciencias es enfocado a promover el trabajo colaborativo entre los estudiantes, generando fortalecimiento conceptual dirigido a la comprensión de los fenómenos físicos, desarrollando un proceso de aprendizaje que se encuentre centrado en el estudiante, y que sea compartido en un ambiente de taller donde se comparte de manera simultánea la enseñanza de los conceptos teóricos y prácticos. Además, se quiere que los estudiantes participen en espacios de socialización e intercambio de significados y representaciones de los fenómenos entre los demás estudiantes y el docente guía, como muestra de la apropiación de palabras, procedimientos y signos que conforman un

lenguaje científico, y que evidencian su proceso de generación de una conciencia semántica.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar e implementar el Material Potencialmente Significativo como apoyo al proceso el aprendizaje de los fenómenos físicos de Movimiento Rectilíneo del Curso Especial en el Aula Taller de Ciencias.

1.4.2. Objetivos específicos

- Estudiar el referente teórico del Aprendizaje Significativo, Aprendizaje Significativo Crítico y la literatura pedagógica orientada a la enseñanza de la Física.
- Construir las guías didácticas necesarias para el desarrollo del Curso Especial de Física del Movimiento.
- Implementar las guías y las actividades didácticas para la enseñanza de la Física del Movimiento en el Curso Especial.
- Análisis del impacto desde el aprendizaje y la deserción estudiantil frente a la implementación del Material Potencialmente Significativo en el Curso Especial de Física.

1.5. Marco referencial

1.5.1. Referente de antecedentes

El desarrollo de este trabajo orientado a la implementación de Material Potencialmente Significativo acogiendo los principios del referente teórico de Aprendizaje Significativo Crítico, además de su contribución a la promoción de dinámicas pedagógicas activas en

el aula de clase universitaria, presenta como antecedentes algunos trabajos donde se lleva a cabo material didáctico que promueve el aprendizaje a través del lenguaje y además del desarrollo de actividades experimentales, cómo también, sus respectivas reflexiones frente a proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física de manera significativa en dirección reversa a los procesos metodológicos mecánicos-rutinarios.

Los autores (Ferreira & González, 2000), en su trabajo: ***“Reflexiones sobre la Enseñanza de la Física Universitaria”***, manifiestan la importancia de la incursión de nuevos proyectos educativos que responden a la transformación de las prácticas educativas universitarias, siendo consideradas como propuestas innovadoras que promueven la sensibilización de la comunidad universitaria, rompen la inercia tradicional de los procesos formativos, impactan los índices de deserción estudiantil universitaria, y los estudiantes alcanzan un mayor aprendizaje de las ciencias naturales. Las inversiones a estos proyectos educativos innovadores que alcanzan calidad académica y generan compromiso social, cumplen con el propósito de que los entes gubernamentales logren mayor adaptación y respuesta a las necesidades de los sectores productivos.

Desde las prácticas educativas para la enseñanza de la Física promovidas en el aula de clase, el profesor Marco A. Moreira en su trabajo (Moreira, 2013): ***“Enseñanza de la Física: aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidad”***, se reflexiona la necesidad de la transformación de la labor docente debido a la estimulación del aprendizaje rutinario-operativo basado en contenidos desactualizados, realizando actividades donde el docente es el centro del proceso, impidiendo una formación analítica y reflexiva en el alumno. Moreira comparte en su trabajo diferentes aportes de diversos referentes como: Skinner, Ausubel, Freire, Vergnaud, Neil Postman y Don Finkel, donde se propone un proceso de aprendizaje basado en los conocimientos previos del aprendiz, la implementación de herramientas computacionales y de comunicación, el intercambio de significados entre el docente y el estudiante y entre estudiantes, generar sentido a los conocimientos socializados desde sus aplicaciones en el contexto, la enseñanza *dialogica* y no *monológica* donde se comparta la narrativa en el aula de clase, no promover *la Educación Bancaria*, promover la actualización de los contenidos curriculares, generación de estrategias didácticas y material de apoyo que

promueva la participación activa del alumno, además de la implementación de actividades evaluativas formativas y recursivas.

Frente a la implementación de actividades experimentales como estrategia didáctica para el aprendizaje, los autores (Losada, Giletto, Cassino y Silva, 2012) en su trabajo: ***“Propuesta didáctica para las experiencias de laboratorio de Física en la Carrera de Agronomía”***, se desarrolla una propuesta para el aprendizaje de los fenómenos físicos y biológicos a través de la experimentación, donde el reporte final elaborado por los estudiantes presenta los resultados de la experimentación en forma de narrativa. Este trabajo muestra la importancia y el impacto positivo del aprendizaje de los fenómenos científicos no sólo a través de la experimentación, sino además de la estimulación de hábitos de lectoescritura y promoción del trabajo colaborativo. El trabajo realizado es satisfactorio debido a que genera dinámicas de aprendizaje donde los estudiantes incrementan su desempeño académico y aplican valores humanos por medio del apoyo solidario, respeto, consenso de opiniones y posturas diversas y el valor de la ayuda.

Desde la experimentación y construcción de proyectos de aula, el trabajo realizado por (Avendaño, Lancheros, Castiblanco & Arcos, 2012) titulado ***“Enseñanza de la Física a través de Módulos Experimentales”*** promueve el aprendizaje de diversas áreas de la Física a través de actividades experimentales, y como complemento se lleva a cabo el diseño, la construcción y puesta a punto de proyectos donde los estudiantes describen su funcionamiento y los fenómenos físicos que se encuentran presentes. El desarrollo de este trabajo generó un impacto positivo en la formación de los estudiantes, debido a que los procesos de aprendizaje fueron orientados al análisis y la fundamentación conceptual de los fenómenos físicos, además de generar un ambiente de trabajo colaborativo e interdisciplinario entre los profesores de diferentes áreas científicas, y como etapa final del proyecto, se destaca la reflexión de su impacto en diferentes ámbitos como: sociedad, ambiente, cultura, y nación.

Como contribución al aprendizaje de la Física a través del lenguaje, se menciona el trabajo realizado por (Cobas, Repilado & Gracia, 2017) titulado ***“Los Mapas Conceptuales en la Enseñanza de la Física: Una Alternativa para Desarrollar el Aprendizaje en los Estudiantes de Ingeniería Geológica”*** donde se resalta la

importancia de la Física en la formación profesional de los estudiantes de ingeniería, sin embargo esto conlleva a generar dificultades en el aspecto motivacional y cognitivo frente a la comprensión de los fenómenos. Esta propuesta implementa nuevas estrategias metodológicas que permitan la apropiación de los conocimientos y alcanzar mayores niveles de cognición. Los autores del trabajo recomiendan la construcción de mapas conceptuales como herramienta de diagnóstico para la identificación de los saberes previos de los estudiantes al iniciar actividades académicas.

Como promoción de las herramientas digitales en los proceso de enseñanza de la Física, el trabajo realizado por los autores (Castiblanco & Vizcaíno, 2008) incursionado en el mundo digital por medio del ***“Uso de las TICs en la enseñanza de la Física”*** donde se implementan diversas estrategias computacionales de conectividad, aprovechamiento de los recursos digitales y uso de bancos informativos. Los autores proponen el desarrollo de actividades como: laboratorios virtuales asistidos por computador, consulta en los motores de búsqueda y participación en comunidades digitales que contribuyan al aprendizaje, tales como redes sociales, chats, grupos de investigación y entornos de simulación. La implementación de estas herramientas brinda acercamiento a los estudiantes al mundo de la información digital, la conectividad, el intercambio de experiencias y de conocimientos, además de la interacción en ambientes digitales que promueva el aprendizaje a través de la aplicación de materiales audiovisuales.

1.5.2. Referente teórico

Esta propuesta de apoyo metodológico para la Enseñanza de la Física Mecánica se encuentra orientada desde la teoría del Aprendizaje Significativo en su visión cognitiva propuesta por David Ausubel, y complementada desde una visión humanista por Joseph D. Novak, donde se plantea que el aprendizaje significativo se construye a partir de la interacción cognitiva entre los conocimientos previos del estudiante, los cuales son conocidos como *subsuno*res, y el nuevo conocimiento a partir de la implementación de material educativo potencialmente significativo (Moreira, 1993). A este proceso se le agrega la condición necesaria de la predisposición del estudiante para darle significado al material educativo que se presenta en el proceso de aprendizaje, logrando en esta

interacción la asimilación y la comprensión de la temática de estudio, la generación de nuevo conocimiento y la predisposición para el aprendizaje de nuevas área de estudio como efecto del desarrollo y crecimiento personal adquirido por el estudiante en su proceso formativo (Moreira, 2006). En el siguiente diagrama se presenta el proceso general del aprendizaje significativo desde la perspectiva de estos referentes:

Aprendizaje Significativo

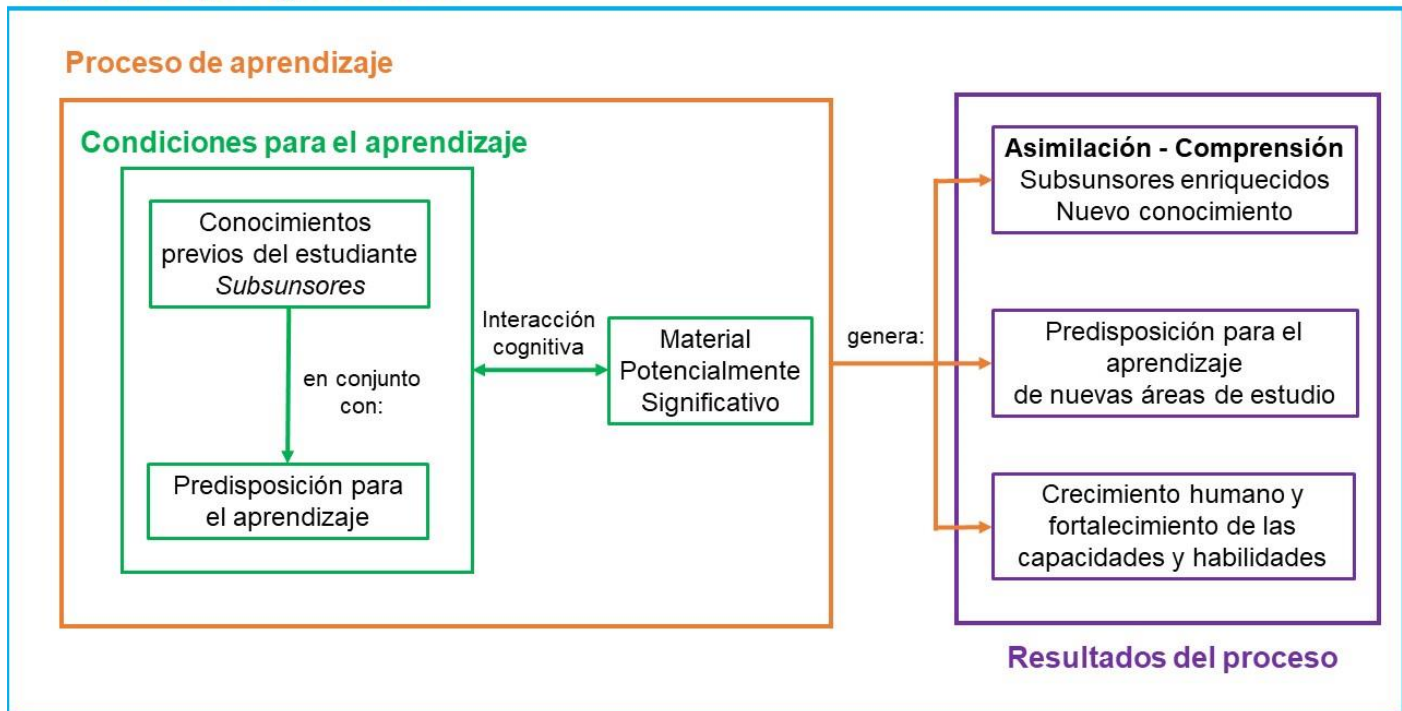


Figura 2. Diagrama del proceso de aprendizaje significativo. Elaborado por: autor.

Como complemento a esta teoría desde una postura contemporánea, haciendo el llamado a la obtención de un aprendizaje significativo contextualizado donde se tenga en cuenta para el proceso de aprendizaje la sociedad en la que el estudiante pertenece y participa, el profesor Marco Antonio Moreira plantea el Aprendizaje Significativo Crítico a partir de diferentes principios que promueven un proceso de enseñanza - aprendizaje reflexivo, participativo, cuestionador, diversificado y colaborativo (Moreira, 2000).

Estos principios son tomados como referentes para el desarrollo de esta propuesta en lo referente al diseño, construcción e implementación del material potencialmente significativo para la enseñanza de la Física Mecánica y su contribución a la generación de una estrategia didáctica. A continuación se presenta un esquema global de la propuesta, la cual muestra los enunciados de los principios de este referente teórico y sus relaciones con las actividades que se llevan a cabo en el desarrollo de este trabajo en el aula de clase.

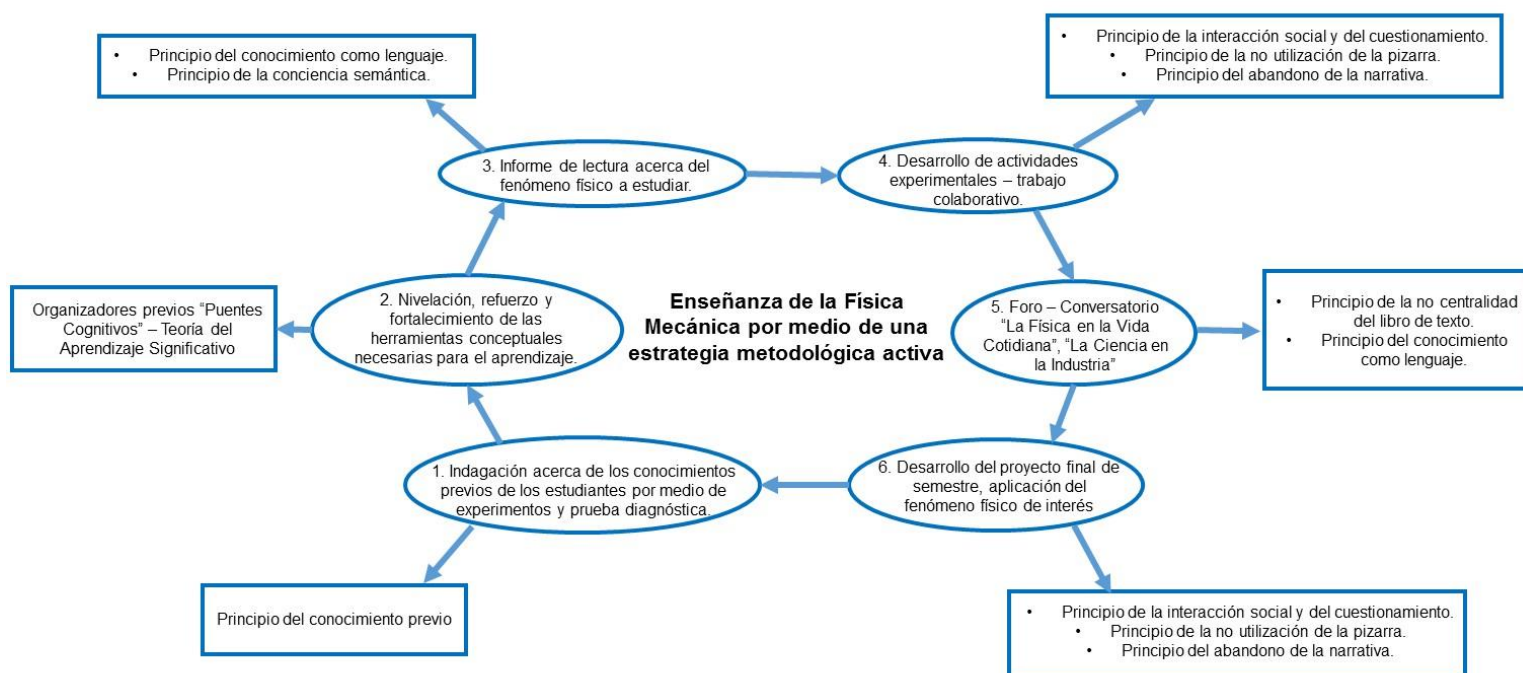


Figura 3. Diagrama de la estrategia didáctica y sus respectivos principios del ASC.
Elaborado por: autor

• Principio del conocimiento previo.

Este primer principio es la base fundamental del Aprendizaje Significativo, considera que los conceptos, las ideas, los significados, las representaciones y las experiencias previas que el estudiante tiene en su estructura cognitiva son la base para adquirir conocimientos de manera significativa. Esta se considera como la etapa inicial del proceso de aprendizaje donde se conocen las fortalezas, habilidades y necesidades de los estudiantes frente a la comprensión de las temáticas a estudiar (Moreira, 2000).

Las actividades que se llevan a cabo en la etapa inicial de la propuesta son encaminadas a conocer los saberes previos de los estudiantes a partir de la observación y descripción de fenómenos físicos en diversos experimentos, también se complementa con una prueba de entrada acerca de resolución de problemas de razonamiento lógico-matemático, conceptos básicos de Álgebra y lectura de gráficos (óvalo 1 del diagrama).

- **Organizadores previos “puentes cognitivos”**

A partir de la *Teoría del Aprendizaje Significativo* se proponen los Organizadores Previos como una herramienta cognitiva de carácter opcional y es implementada si los estudiantes no poseen los conocimientos previos necesarios para abordar el proceso de aprendizaje, su desarrollo se tiene en cuenta si a partir de las actividades iniciales realizadas los estudiantes requieren estudiar, conocer y comprender las herramientas necesarias y los conceptos fundamentales de la temática de estudio, para ser posteriormente relacionados con el nuevo conocimiento a través del material potencialmente significativo. Si los estudiantes poseen los conocimientos previos se continúa con la estrategia didáctica propuesta (Moreira, 2000).

La actividad soportada bajo este principio es de carácter opcional si los estudiantes lo requieren, y se encuentra orientada al desarrollo de un taller dirigido donde los estudiantes fortalezcan su razonamiento lógico, y que además refuercen las herramientas matemáticas necesarias para el estudio de los fenómenos físicos (óvalo 2 del diagrama).

- **Principio de la interacción social y del cuestionamiento**

A partir de este principio, se plantea que uno de los factores para la obtención de un aprendizaje significativo crítico se centra en la relación comunicativa y académica entre docente-estudiante, estudiante-docente y estudiante-estudiante (doble vía de participación), a partir de una postura curiosa y abierta al diálogo. En esta relación se genera una comunicación basada en la indagación donde el estudiante desarrolla sus capacidades para la elaboración de preguntas como muestra de su desarrollo cognitivo

y de su apropiación con el material de aprendizaje. En estos espacios de comunicación prima el intercambio permanente de los significados de los fenómenos de estudio (Moreira, 2000).

Este principio es el soporte de las actividades donde los estudiantes formulan sus preguntas en los espacios de aula, y socializan sus significados de los fenómenos físicos en actividades experimentales, además del cuestionamiento permanente acerca del fenómeno de interés y su presencia en aplicaciones de la vida cotidiana, o en su área de formación profesional como eje central de la elaboración del proyecto final de curso (óvalos 4 y 6 del diagrama).

- **Principio de la no utilización de la pizarra**

En este principio se plantea el tablero como una herramienta de clase que promueve el aprendizaje mecánico, donde los estudiantes asumen una postura dedicada a escuchar y memorizar los conocimientos expuestos. Este principio promueve la implementación de diversas estrategias didácticas que permita la participación activa de los estudiantes, donde el docente diversifica sus actividades para que los estudiantes sean los protagonistas de su aprendizaje, y además se convierte en un mediador de este proceso (Moreira, 2000).

Se promueve el abandono del tablero a partir del trabajo colaborativo entre los estudiantes en la participación y el desarrollo de los experimentos propuestos en las áreas de: Dinámica, Cinemática, Trabajo y Energía, Estática y Dinámica del cuerpo rígido. Además los estudiantes son los protagonistas del aprendizaje en la construcción y socialización de sus proyectos finales de curso (óvalos 4 y 6 del diagrama).

- **Principio del abandono de la narrativa**

La narrativa, el discurso catedrático del docente en el aula de clase se encuentra arraigado en el modelo clásico de aprendizaje, desencadena un aprendizaje memorístico donde el estudiante es un receptor de los conocimientos dictados por el docente. Este principio plantea que el estudiante hable más, realizando una mayor participación verbal

y comunicativa en comparación con el docente donde habla menos, donde el proceso de enseñanza se concentra en la intervención del estudiante hacia sus compañeros y docente, compartiendo sus interpretaciones, significados y representaciones de su aprendizaje como resultado de su participación en otras estrategias didácticas propuestas (Moreira, 2000).

Se promueve la participación del estudiante de manera comunicativa compartiendo sus significados, interpretaciones y aportes frente al desarrollo de las actividades experimentales en las áreas de: Dinámica, Cinemática, Trabajo y Energía, Estática y Dinámica del cuerpo rígido. Además el estudiante socializa su proceso de aprendizaje frente a los fenómenos físicos presentes en el desarrollo del proyecto final de curso (óvalos 4 y 6 del diagrama).

- **Principio de la no centralidad del libro de texto**

Este principio resalta que la implementación del libro de texto en el proceso de aprendizaje del estudiante y como guía del docente para la enseñanza, estimula un aprendizaje mecánico donde se transmite el conocimiento como una verdad absoluta sin reflexión y cuestionamiento. Este principio propone la implementación de otros recursos didácticos que lleven al estudiante a analizar las temáticas de estudio desde otras experiencias, ya sean: textos científicos, recursos audio-visuales, conversatorio, entre otros materiales, los cuales sean alternativas que permitan contribuir a una mayor comprensión y representación de los fenómenos (Moreira, 2000).

A partir de textos sugeridos como “Ámbitos de la Física”, “La Física en Nuestra Vida Diaria” y videos de la serie “Las Conexiones de la Ingeniería” de *National Geographic®*, son el material didáctico de apoyo para el desarrollo del conversatorio *La Física en la Cotidianidad y en las Aplicaciones Científicas y Tecnológicas*, a partir de estos recursos los estudiantes socializan sus representaciones y significados acerca de los fenómenos de la Física Mecánica y su presencia en aplicaciones tecnológicas y en la vida cotidiana (óvalo 5 del diagrama).

- **Principio del conocimiento como lenguaje**

Este principio resalta la relación entre el conocimiento de una disciplina y su respectivo lenguaje, donde el estudiante al tener comprensión de los fenómenos, está conociendo y apropiándose de los símbolos y las palabras características de dicha disciplina, de una nueva forma de hablar y ver el mundo debido a su nueva percepción. En el proceso de obtener un aprendizaje significativo crítico, el estudiante se apropia del lenguaje, signos, conceptos, procedimientos e instrumentos que conforman el fenómeno de estudio a partir de la participación en los espacios donde se genera el intercambio y la negociación de significados (Moreira, 2000).

El estudiante a través de la elaboración permanente de informes de lectura expresa con sus palabras los significados, símbolos, diagramas, ilustraciones y representaciones matemáticas características de los fenómenos mecánicos. La actividad de *foro – conversatorio*, promueve la expresión del lenguaje a través de la participación, la socialización e intervenciones realizadas acerca del tema de interés (óvalos 3 y 5 del diagrama).

- **Principio de la conciencia semántica**

Este principio establece que el significado que se le da a las palabras es atribuido por las personas, y no especialmente a lo que ellas se refieren, estos significados dependerán de la asociación de características de acuerdo a las circunstancias y el contexto. El estudiante se encuentra en un proceso de aprendizaje significativo cuando atribuye significados a las palabras de tipo connotativo por medio de su estructura cognitiva, como resultado de la negociación, el dialogo y el intercambio permanente de significados de tipo denotativos entre el docente y los estudiantes alrededor de la disciplina de estudio. Propiciar estas condiciones contribuye a que el estudiante asuma una postura crítica y reflexiva en su proceso de formación. Estos últimos dos principios, comparten elementos que propician actividades donde los estudiantes participan socializando, negociando y

apropiándose del lenguaje de la Física, su conceptualización, además del significado de sus palabras (Moreira, 2000).

Este último principio es el soporte teórico de actividades como el desarrollo y socialización de informes de lectura, donde los estudiantes describen, discuten y se apropian de los significados de los fenómenos físicos a través de las aplicaciones, ilustraciones y representaciones matemáticas, además de los espacios de conversación reflexiva donde compartan sus significados y posturas acerca de la presencia y la pertinencia de la Física en su proceso de formación profesional en el conversatorio bajo el tema de: *“La Física en la Cotidianidad y en las Aplicaciones Científicas y Tecnológicas”* (óvalos 3 y 5 del diagrama).

1.5.3. Referente conceptual – disciplinar

La Física Mecánica de la mano con los elementos matemáticos fundamentales forman parte del ciclo de formación en ciencias básicas de las mallas curriculares pertenecientes los programas tecnológicos y universitarios, el cual tiene como propósito estudiar, analizar y modelar los fenómenos asociados al movimiento, las fuerzas y la energía mecánica por medio de estrategias didácticas que contribuyan a un aprendizaje significativo de esta área de la ciencia. El desarrollo de este proceso de enseñanza se enfoca en que el estudiante tenga los elementos académicos y competencias necesarias para aplicar sus herramientas científicas en los desarrollos y aplicaciones correspondientes a su proceso formativo de saberes específicos profesionales ingenieriles del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, orientados a las áreas de: Informática y computación, Industrial – Productividad y Calidad, Agropecuaria, Construcciones Civiles, Higiene y Seguridad Ocupacional, e Instrumentación y Control de Procesos Industriales.

La implementación de una estrategia didáctica centrada en el desarrollo del Material Potencialmente Significativo bajo los principios del Aprendizaje Significativo Crítico, permite que los estudiantes se apropien de los significados pertenecientes a los fenómenos mecánicos, apliquen y desarrollen de las actividades propuestas de manera

analítica, y que además reflexionen acerca de la presencia y la pertinencia de los fenómenos mecánicos en su ejercicio profesional. Como complemento a estos saberes científicos, El *Ministerio de Educación Nacional (MEN)*, a través de su documento “*Propuesta de Lineamientos para la Formación por Competencias en Educación Superior*”, propone el desarrollo del proceso de formación estudiantil universitario orientado a la adquisición de *Competencias Genéricas* como respuesta a las necesidades que presenta la sociedad en el contexto colombiano. Estas competencias son clasificadas y definidas en tres grupos, ellos son: competencias abstractas, competencias prácticas y dinamizadores para el desarrollo de competencias, las cuales reúnen los siguientes elementos:

Competencias Abstractas	Competencias Prácticas	Dinamizadores para el desarrollo de competencias
Razonamiento crítico, razonamiento analítico, pensamiento creativo y solución de problemas	Conocimiento del entorno, comunicación, trabajo en equipo, bilingüismo y manejo de las TIC.	Aprender a aprender y recontextualizar lo aprendido.

Tabla 1. Competencias genéricas para formación en educación superior MEN.

A continuación se presenta un mapa conceptual que presenta estas competencias a través de la pregunta de enfoque
¿Qué son y cómo están conformadas las competencias genéricas para la formación estudiantil universitaria?

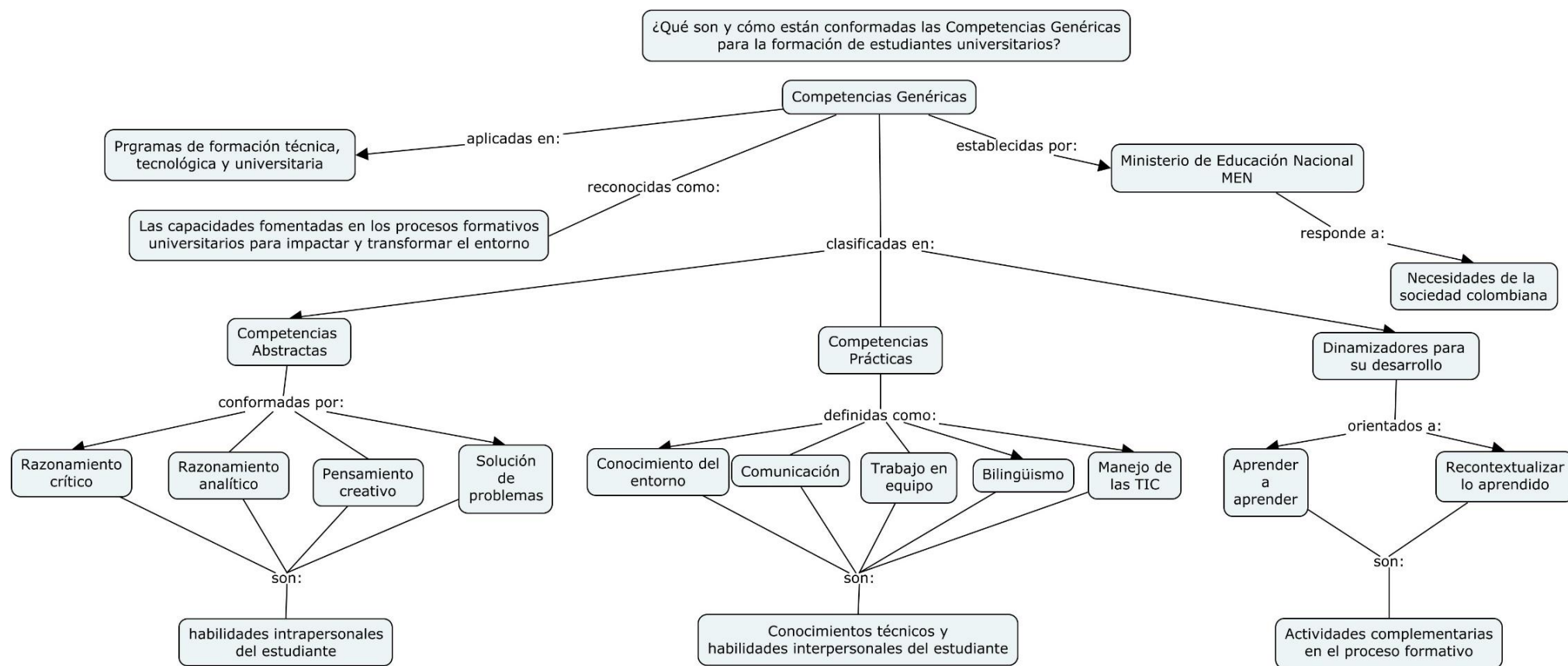


Figura 4. Esquema de las competencias genéricas establecidas por el MEN. Elaborado por: Autor.

El proceso de enseñanza de la Física Mecánica en la formación universitaria permite a los estudiantes comprender el comportamiento de los fenómenos mecánicos, relacionados con el movimiento que describen, las fuerzas con las que interactúan y la energía mecánica que generan los objetos o cuerpos de estudio. Estos elementos físicos conceptuales, presentan una estrecha relación con el área de las Matemáticas, debido a que conforman las bases iniciales del proceso formativo académico y científico del estudiante, el cual es orientado posteriormente a conocer, estudiar y comprender otros desarrollos, aplicaciones, avances científicos y modelos matemáticos que describan el comportamiento de fenómenos eléctricos, magnéticos, electromagnéticos, ondulatorios, ópticos, acústicos, térmicos, además de su relación en otras de las ciencia como Química y Biología, y en áreas de ciencia aplicada Biofísica, Biomecánica y en las diferentes áreas de la ingeniería.

Los fenómenos mecánicos se encuentran presentes en diversas situaciones cotidianas donde los estudiantes universitarios son partícipes, algunas de ellas son: los diferentes tipos de movimientos (uniforme y no uniforme) y sus trayectorias (recta o curva) recorridas en los medios de transporte, prácticas deportivas con sus respectivos cuerpos u objetos de interés, apreciar los procesos de transformación de energía mecánica, implementación de diseños y aplicaciones en procesos industriales, desarrollos científicos y tecnológicos, además de la industria de la construcción, entre otros. Desde la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, el estudiante adquiere los conocimientos de manera reflexiva y analítica para ser aplicados en su contexto, contribuyendo a la transformación de su entorno por medio de sus competencias.

1.5.4. Referente legal (normograma)

A continuación se presenta en forma de normograma las leyes y las normativas que cobijan la educación superior en Colombia y que respalda el desarrollo de esta propuesta.

Norma	Texto	Aplicación
Constitución Política de Colombia de 1991	Artículo 67. La educación como un derecho para la formación de los ciudadanos, a partir del acceso al conocimiento desde las instituciones públicas.	La educación como proceso formativo académico de los ciudadanos para el progreso de la cultural, la ciencia, la tecnología y cuidado del medio ambiente.
Ley 115 decretada el 8 de Febrero de 1994	Ley general de educación que decreta la educación como un servicio público para los ciudadanos, las familias y sociedad. Decreta las funciones, el propósito y los ciclos formativos del ciudadano.	Ley que manifiesta el derecho general a la educación, su ejecución, regulación y vigilancia, especialmente en las modalidades de básica, media, secundaria, para adultos, formal y no formal. Servicio público orientado al acceso, adquisición y generación de conocimiento científico, además del desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica en los procesos formativos.
Ley 30 decretada el 28 de Diciembre de 1992	Ley que rige los diferentes elementos que conforman el servicio público de la educación superior.	El servicio de educación superior como elemento de formación integral, académico y profesional para los ciudadanos a través de los programas de pregrado, los cuales se ofrecen en las áreas científicas, tecnológicas, humanidades, artes y filosofía.
Plan Departamental de Desarrollo 2016-2019. Línea Estratégica: Equidad y movilidad social – Educación Terciaria	Promoción de la formación universitaria del departamento a través de los programas técnicos, tecnológicos, de formación laboral y para el desarrollo humano.	Garantizar más y mejores opciones de formación universitaria encaminada a las necesidades y las problemáticas del departamento. Plan gubernamental que cubre el Plan Educativo Institucional de instituciones de educación superior.
Plan Politécnico Estratégico (PPE) 2018-2021. Plan Educativo Institucional	Orientación de las acciones de la institución para el mejoramiento de los procesos académicos, desarrollo del conocimiento, excelencia académica, desarrollo tecnológico e investigación.	Incorporación de estrategias educativas para la generación de conocimiento, enfocado a la solución de problemas sociales, empresariales, del entorno y la generación de productos.

Tabla 2. Normograma acerca de la normativa que rige la educación superior en Colombia.

1.5.5. Referente espacial

El Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (PCJIC) es una institución universitaria de carácter gubernamental de vocacionalidad tecnológica, la cual hace presencia en el área metropolitana con su sede principal, como también en el Oriente y Urabá antioqueño. Ofrece programas de formación técnica, tecnológica y universitaria, orientadas a diferentes áreas de la Ingeniería, la administración, las ciencias agrarias, la comunicación audiovisual, el deporte y la recreación. Estos programas profesionales que

se ofrecen, impactan en diversos sector productivos como: desarrollo tecnológico en procesos industriales, contribución a la transformación de los sistemas agropecuarios y preservación del medio ambiente, además del fortalecimiento y generación de la cultura deportiva y de salud física (PCJIC, 2018). Desde su filosofía y objetividad institucional el PCJIC propone desde su Plan Educativo Institucional (PEI), los siguientes elementos:

- Contribución al desarrollo económico, social y ambiental, implementando la tecnología como objeto de conocimiento y el desarrollo humano integral.
- Orientación de su labor hacia el logro de niveles de excelencia en los procesos académicos.
- Formación de estudiantes desde la ética y con fundamentación científica para desarrollasen de manera crítica, libre y comprometidos con el servicio social.

El PCJIC se encuentra conformado por sus seis facultades, siendo una de ellas la Facultad de Ciencias Básicas, Sociales y Humanas, encargada de la formación en ciencias como base fundamental para los programas profesionales. A esta facultad se encuentra adscrita el programa Aula Taller de Ciencias, el cual es un espacio de formación y apoyo académico para la comunidad estudiantil a través de cursos formales con enfoque aula-taller, entre ellos se ofrece el curso de Física del Movimiento (Física Mecánica). La implementación del Material Potencialmente Significativo en el curso, permite desarrollar un proceso enseñanza-aprendizaje diferenciador a nivel universitario, debido a que generan estrategias didácticas que conlleven a consolidar metodologías activas para incrementar los niveles de aprendizaje, mejorar el desempeño académico y reflexionar acerca de la importancia de la Física y las demás ciencias relacionadas en el proceso de formación profesional de los estudiantes.

Los estudiantes participantes de este curso se encuentran en el rango de edades entre los veinte (20) y los veintisiete (27) años, y algunos mayores de treinta (30), caracterizados por estar matriculados en programas tecnológicos y universitarios de la facultad de ingeniería, y que en su mayoría se encuentran ubicados entre el cuarto y el sexto semestre académico. Dentro de los aspectos socioeconómicos, ellos pertenecen a los estratos uno, dos y tres, residen en la ciudad de Medellín y otros municipios del área metropolitana. Desde su núcleo familiar, el 60% de los estudiantes se caracterizan por

ser la primera generación de profesionales en su familia debido a que sus padres alcanzaron a lo sumo a culminar los estudios de bachillerato, el otro 40% son padres que obtuvieron una formación técnica, tecnológica o universitaria, además el 58% de estas familias cuentan con unos ingresos entre uno y dos S.M.M.L.V, y el 42.0% llegan a los tres y cuatro S.M.M.L.V, eso conlleva a que el 53% de los estudiantes del curso sean trabajadores y que visionen la posibilidad de ser profesionales para mejorar las condiciones de vida de su contexto.

CAPÍTULO 2 – DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque

Este trabajo de profundización orientado a la enseñanza de la Física Mecánica en el contexto universitario por medio de la implementación de Material Potencialmente Significativo como estrategia didáctica para el aprendizaje, adopta el enfoque de investigación cualitativa interpretativo caracterizado por ser un método centrado en el estudiante, lo que conlleva a una interacción permanente para evidenciar su transformación y adquisición de conocimientos a partir de las experiencias, el intercambio académico, el diálogo, y la reflexión de su participación en el proceso formativo desde sus perspectivas (Bausela, 2004).

En esta propuesta se incorpora el modelo de Investigación Acción como una perspectiva metodológica que permite abordar la intervención educativa en el aula de clase como un proceso investigativo, que involucra al docente orientador como un agente de cambio reflexivo y crítico frente a su práctica, en lo relacionado a la planificación, desarrollo, impacto y sistematización, con el objetivo de mejorar los procesos de enseñanza a partir del análisis de las estrategias implementadas a través de la interpretación, comprensión y atribución de significados a las experiencias vividas por parte de los estudiantes desde sus perspectivas (Bausela, 2004).

Este modelo tiene como propósito fortalecer las prácticas educativas y mejorar su calidad a partir de procesos estructurados, partiendo de la construcción de diagnósticos, planeación y ejecución de estrategias, reflexión y evaluación crítica del proceso, aplicación de mejoras y retroalimentación. Este proceso contribuye a la formación docente, generando un desarrollo personal y profesional desde la adquisición de habilidades intelectuales y académicas, además de la construcción del conocimiento colectivo a través del diálogo, el intercambio y la socialización en los equipos conformados que participan en las fases del proceso educativo (Bausela, 2004).

2.2. Método

El modelo de Investigación Acción incorporado para el desarrollo de este trabajo llevará a cabo el desarrollo de las siguientes fases, ellas son:

a) Fase de diagnóstico. En esta fase inicial se indaga acerca de los conocimientos previos del estudiante frente a sus experiencias con el aprendizaje de la Física desarrollando actividades que permitan tener acercamiento frente al nivel de comprensión de los fenómenos físicos. Esto de la mano con la consolidación de la importancia e impacto de la identificación y selección del Material Potencialmente Significativo que apoye el proceso metodológico de enseñanza y aprendizaje de la Física, lo cual permite orientar la propuesta de trabajo a conocer las estrategias pedagógicas en el contexto universitario a la luz del Aprendizaje Significativo Crítico. Bajo este tema de estudio se busca contribuir al desarrollo de buenas prácticas educativas por medio de la implementación de diversos materiales didácticos, su efecto en el aprendizaje y su contribución a la disminución de los niveles de deserción frente a las cancelaciones y pérdidas del curso.

b) Elaboración del plan de acción. Esta etapa corresponde al diseño y construcción de las guías y herramientas didácticas que forman parte de la estrategia metodológica del curso de Física. Además de la elaboración de los instrumentos de recolección de información y rúbricas que permitan definir la valoración de los entregables desarrollados por los estudiantes.

c) Acción y observación. Allí se lleva a cabo la intervención en el aula de clase, implementando el Material Potencialmente Significativo en la estrategia didáctica del curso bajo los principios del Aprendizaje Significativo Crítico correspondiente a las guías didácticas de actividades experimentales y de simulación, entre otras actividades que contribuyen al proceso de evaluación formativo. De manera paralela se lleva a cabo la implementación de algunos instrumentos de recolección de información como el diario de campo y registro fotográfico de las experiencias en el aula de clase como elementos que permiten valorar la intervención en el aula.

d) Evaluación y reflexión. Etapa dedicada al análisis y evaluación de los resultados de la intervención a partir de la información suministrada por los instrumentos de recolección de información. Allí se conocen las experiencias de los estudiantes, su desempeño, perspectivas y transformación en la participación del proceso de aprendizaje. La interpretación de esta información logra describir los resultados del proceso investigativo y promueve la reflexión acerca de la práctica educativa. Estos instrumentos son una herramienta para conocer la valoración de los estudiantes acerca de la estrategia didáctica implementada, tener un acercamiento a la medición del impacto generado en los estudiantes, a la contribución a la adquisición de nuevos conocimientos, en el incremento en los niveles de aprendizaje y las mejoras en su rendimiento académico que influyan de manera favorable en los índices de deserción estudiantil del curso. Los instrumentos a implementar en esta etapa son: grabaciones audiovisuales acerca de la experiencia de los estudiantes en el aula de clase y encuestas de calificación e impacto acerca de los materiales ofrecidos.

A continuación se presenta las fases, objetivos a cumplir y la descripción de las actividades correspondientes para el cumplimiento del proyecto.

Fase	Objetivo a Cumplir	Descripción de la Actividad
Fase I: Fase de diagnóstico	Identificar la temática de estudio y su problemática en el contexto universitario	<p>1.1 Revisión bibliográfica acerca de la teoría del Aprendizaje Significativo y el Aprendizaje Significativo Crítico.</p> <p>1.2 Revisión bibliográfica acerca de trabajos de investigación orientados a la enseñanza de la Física Mecánica.</p> <p>1.3 Selección y delimitación de la temática de estudio, enfocada a la enseñanza de la Física Mecánica a estudiantes universitarios.</p> <p>1.4 Construcción de la propuesta de trabajo final de maestría.</p>
Fase II: Elaboración del plan de acción	Diseñar el material potencialmente significativo que forma parte de la estrategia didáctica	<p>2.1 Diseño y elaboración de las guías didácticas experimentales y de simulación para la enseñanza de las áreas de la Física Mecánica.</p> <p>2.2 Diseño y elaboración de los instrumentos de recolección de información para la evaluación y reflexión de la estrategia didáctica.</p> <p>2.3 Diseño y elaboración de rúbricas para la valoración de las actividades propuestas de la estrategia didáctica.</p>
Fase III: Acción y observación	Implementar las guías didácticas como el Material Potencialmente Significativo para el aprendizaje de las diferentes áreas de la Física Mecánica	<p>3.1 Indagación acerca de los conocimientos previos de los estudiantes acerca de los fenómenos mecánicos y su fundamentación matemática necesaria.</p> <p>3.2 Implementación de las guías didácticas y desarrollo de la estrategia didáctica propuesta.</p> <p>3.3 Implementación de los instrumentos de recolección de información como: guía de observación de campo, registro fotográfico acerca de las actividades propuestas, video de experiencias y encuestas finales</p>
Fase IV: Evaluación y reflexión	Analizar de resultados por medio de la implementación de los instrumentos de recolección de información.	<p>4.1 Análisis, interpretación y descripción de la información recolectada como resultados de la estrategia didáctica.</p>
Fase V: Conclusiones y recomendaciones	Presentar las conclusiones y recomendaciones del proceso de enseñanza.	<p>5.1 Elaboración de conclusiones acerca del proceso pedagógico realizado y de sus resultados obtenidos.</p> <p>5.2 Planteamiento de recomendaciones y perspectivas del trabajo.</p>

Tabla 3. Planificación de actividades de la propuesta de trabajo.

2.3. Instrumentos de recolección de información

Encuesta – Cuestionario. Desarrollo de preguntas orientadas a conocer la calificación, la opinión, los aspectos positivos y de mejora, además de las observaciones acerca de la implementación del Material Potencialmente Significativo y su estrategia didáctica para la enseñanza de la Física Mecánica.

Video de experiencias. Grabación audio visual acerca de la experiencia que vivieron los estudiantes en su participación en las actividades didácticas propuestas.

Registro fotográfico. Presentación de una galería de fotos donde se muestra la participación de los estudiantes en cada una de las actividades didácticas en el aula.

Guía de observación de campo. Registro permanente acerca del comportamiento, el avance, los logros, la disposición de los estudiantes para el aprendizaje y el desempeño obtenido en las actividades propuestas en el aula.

2.4 Población y muestra

La población que participa en este trabajo son estudiantes universitarios adscritos a la facultad de Ingenierías, pertenecientes a programas tecnológicos y universitarios e inscritos en la asignatura de Física del Movimiento, la cual tiene una intensidad semanales de ocho (8) horas distribuidas en tres (3) días, el cual se realiza en el espacio físico Aula Taller de Ciencias de la Facultad de Ciencias Básicas, Sociales y Humanas. Como muestra se tienen veinticinco (25) estudiantes que participan en esta intervención durante los periodos académicos 2018-2 y 2019-1.

2.5 Cronograma

A continuación se presenta la planificación de las actividades a realizar definidas en el método y su respectiva distribución de tiempo de acuerdo al número de semanas del periodo académico establecido en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.

Actividades	Semanas																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Actividad 1.1	X	X																
Actividad 1.2	X	X																
Actividad 1.3	X	X																
Actividad 1.4	X	X																
Actividad 2.1		X	X	X														
Actividad 2.2		X	X	X														
Actividad 2.3		X	X	X														
Actividad 3.1					X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Actividad 3.2					X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Actividad 3.3					X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Actividad 4.1													X	X	X			
Actividad 5.1															X	X	X	X
Actividad 5.2															X	X	X	X

Tabla 4. Cronograma de actividades

CAPÍTULO 3 – SISTEMATIZACIÓN DE LA INTERVENCIÓN

3.1. Caracterización de los estudiantes partícipes de la propuesta de enseñanza y aprendizaje de la Física Mecánica universitaria bajo el enfoque Aula Taller

La primera etapa de este trabajo se encuentra encaminada a conocer diversas características que componen a grandes rasgos los veintitrés (23) estudiantes partícipes de esta propuesta pedagógica, la cual es orientada a la construcción de material potencialmente significativo para la enseñanza de la Física Mecánica Universitaria, especialmente en el área de la Cinemática, abarcando los conceptos fundamentales correspondientes al Movimiento Rectilíneo. Dichas características permiten tener un acercamiento y una lectura del contexto al que pertenecen estos estudiantes por medio de aspectos socioeconómicos y académicos.

- **Edades de los estudiantes del curso de Física del Movimiento.**

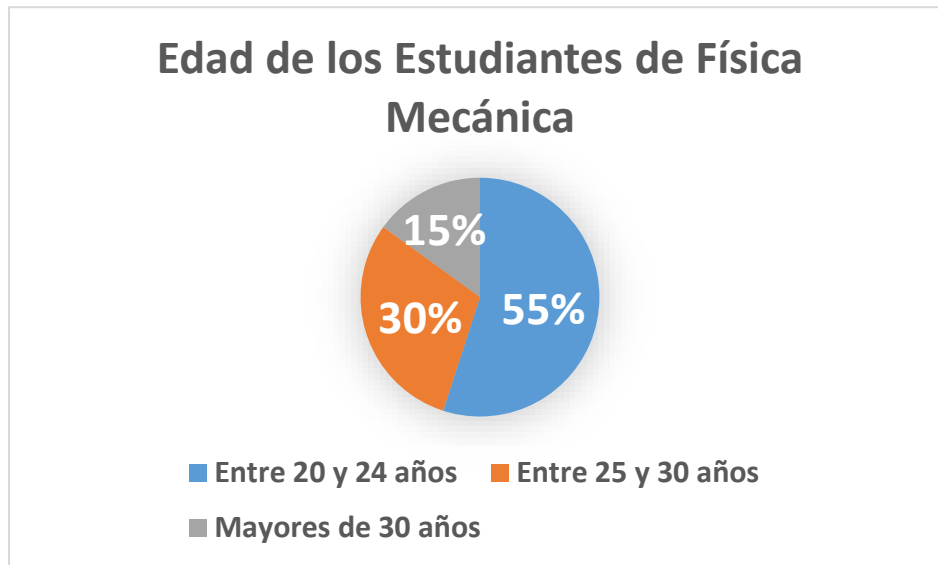


Figura 5. Edades de los estudiantes del grupo de Física del Movimiento. Fuente: Encuesta de entrada Aula Taller de Ciencias 2019.

El 55% de los estudiantes del curso se encuentran entre las edades de 20 y 24 años, son las edades más frecuentes para estos estudiantes debido a que esta asignatura se encuentra ubicada en el segundo semestre del pensum correspondiente a sus programas profesionales. El 30% de los estudiantes están entre los 25 y 30 años, y el 15% son mayores de 30 años, este grupo a diferencia del grupo inicial, presentan diversas características como: estudiantes cabezas de familia, estudiantes trabajadores de tiempo completo, continúan su proceso de formación profesional en esta institución universitaria luego de haber migrado de programas iniciados en otras universidades.

Frente a esta diversidad generacional, el curso adopta un acompañamiento académico a los estudiantes adultos que retoman sus actividades académicas, por medio de espacios adicionales extracurriculares en el Aula Taller de Ciencias con el propósito de fortalecer los elementos académicos que son necesarios para la comprensión de los fenómenos mecánicos. Estos Espacios han sido consolidados a la aplicación de *puentes cognitivos*.

- Nivel de ingresos mensuales del grupo familiar de los estudiantes del curso de Física del Movimiento.

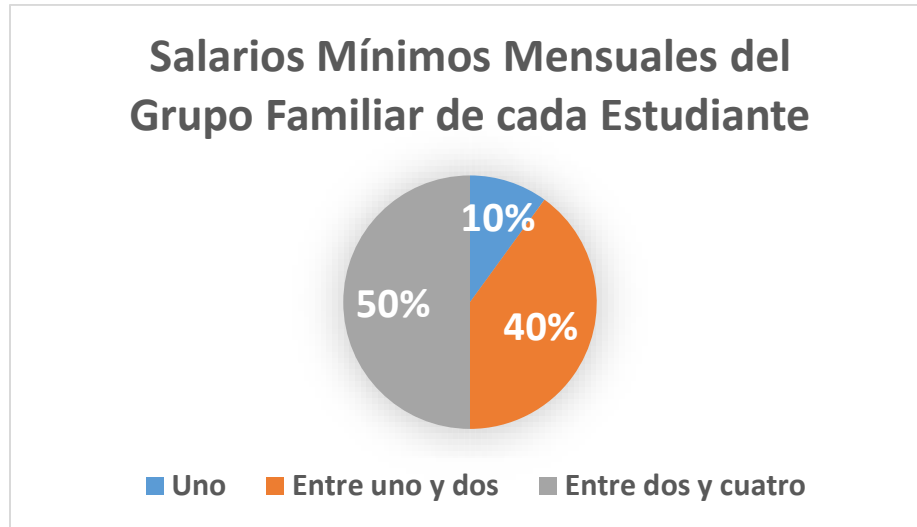


Figura 6. Salarios del grupo familiar de los estudiantes del curso de Física del Movimiento. Fuente: Encuesta de entrada Aula Taller de Ciencias 2019.

Los estudiantes del curso residen en los municipios del valle de aburrá y son provenientes de familias humildes debido a que el 50% de ellas alcanza como máximo dos salarios mínimos mensuales, y el otro 50% de los estudiantes obtienen hasta los cuatro salarios mínimos. Esto refleja la necesidad de que los estudiantes laboren como responsabilidad frente a sus compromisos e interés personales y familiares.

- **Horas laboradas diarias por los estudiantes trabajadores del curso de Física del Movimiento.**



Figura 7. Intensidad laboral de los estudiantes del Curso de Física del Movimiento.
Fuente: Encuesta de entrada Aula Taller de Ciencias 2019.

El 60% de los estudiantes del curso son trabajadores, donde el 43% de ellos poseen una carga laboral baja entre 2 y 4 horas diarias, el 14% trabajan en jornada completa de 8 horas diarias. El 43% restante corresponde a estudiantes que laboran más de 8 horas, ellos se caracterizan por presentar escasez de tiempo extracurricular para dedicar al desarrollo de actividades y preparación adicional de para el estudio y aprendizaje de los conceptos físicos.

Frente a esta particularidad, la metodología propuesta para el proceso de enseñanza de la Física propone un tiempo efectivo de estudio donde los estudiantes asumen una postura activa, aprovechando al máximo sus disponibilidades, convirtiéndose en los protagonistas de su propio proceso de aprendizaje, esto a partir de la transformación de las prácticas de enseñanza y aprendizaje por medio de su disposición física del aula de clase, la integración permanente de herramientas experimentales, material audiovisual, plataformas de simulación, construcción conceptual de los fenómenos físicos a través actividades de lectoescritura y apropiación del lenguaje, además de la promoción de cambios curriculares para generar mayores niveles de comprensión de los fenómenos mecánicos asociados al movimiento.

- **Área de los programas profesionales de los estudiantes y su postura frente a la pertinencia de la Física Mecánica en su proceso formativo**

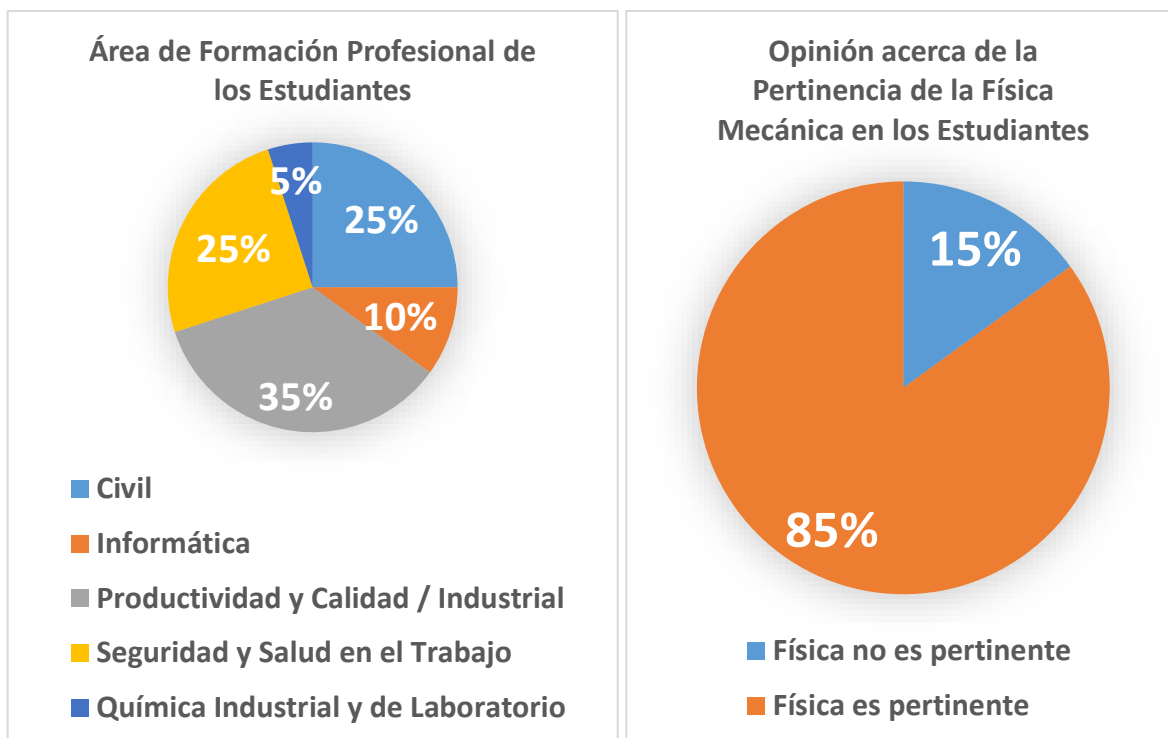


Figura 8. Áreas de formación profesional de los estudiantes del curso de Física del Movimiento. Fuente: Encuesta de entrada Aula Taller de Ciencias 2019.

Los estudiantes del curso se encuentran matriculados en programas pertenecientes a diversas áreas de la ingeniería como: construcciones civiles, informática, seguridad y salud en el trabajo, productividad y calidad – industrial, además de Química a nivel industrial y de laboratorio. La metodología propuesta para el desarrollo del curso conformado por estudiantes multidisciplinarios es enfocada de manera prioritaria hacia la comprensión, el análisis y la aplicación de los fenómenos mecánicos en la vida cotidiana, en desarrollos científicos o tecnológicos que permitan estudiar estos fenómenos y su presencia en el ejercicio profesional.

Se resalta que el 15% de los estudiantes manifiestan que la Física del Movimiento no es pertinente en su programa académico, no lo consideran importante o necesario en su formación profesional. Esta propuesta metodológica desarrolla actividades encaminadas a promover reflexión analítica y crítica frente a la importancia y pertinencia de la Física y

de las ciencias naturales en general para su proceso formativo académico, transformando el proceso de enseñanza, contribuyendo a aumentar los niveles de autoconfianza, motivación, fortalecimiento de cualidades y habilidades personales, además de forjar el interés por el estudio de las ciencias.

- **Repitencia de los estudiantes del curso de Física del Movimiento.**

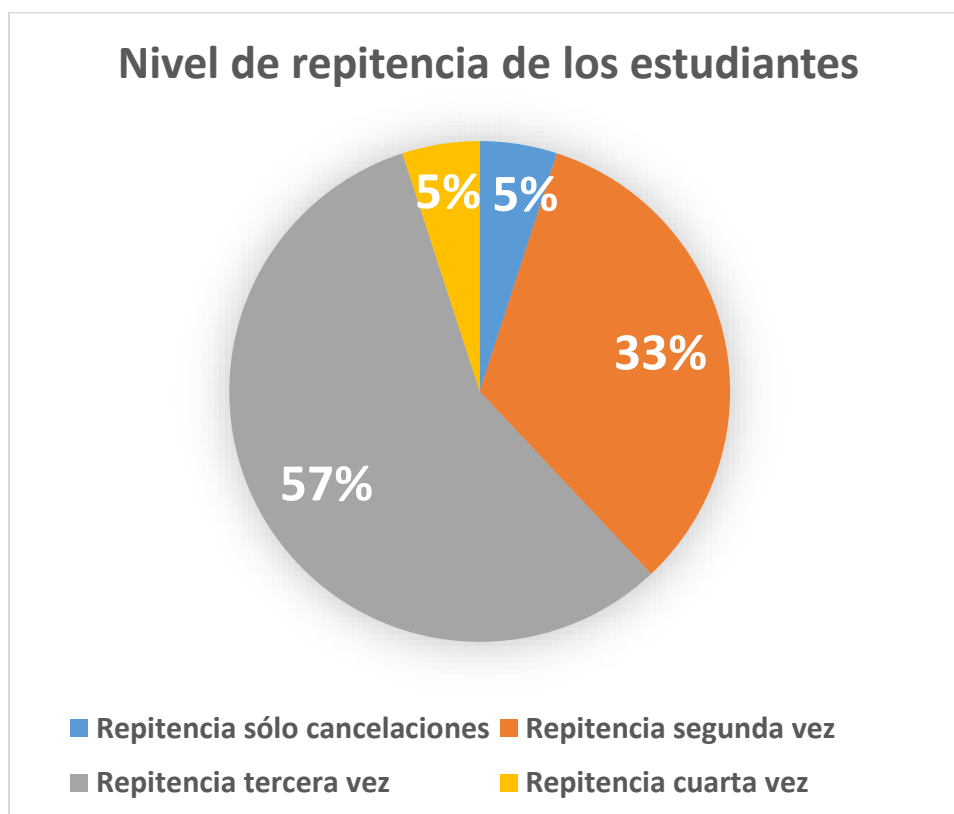


Figura 9. Repitencia de los estudiantes del curso de Física del Movimiento. Fuente: Encuesta de entrada Aula Taller de Ciencias 2019.

Los estudiantes que son acogidos en esta propuesta de enseñanza de la Física Mecánica a través del programa de Cursos Especiales en el Aula Taller de Ciencias, son estudiantes en su gran mayoría caracterizados por estar matriculados bajo la condición de *semestre especial “semestre de tercera repitencia”*. Para este curso el 62% de los estudiantes se encuentran en esta condición, lo que implica que al volver a reprobar esta asignatura, los estudiantes serán sancionados por bajo rendimiento académico provocando un retiro por un semestre académico con derecho a un reingreso.

Frente a esta situación académica crítica, es importante acoger a los estudiantes y conocer su experiencia de aprendizaje en los cursos realizados en las condiciones anteriores, ellos manifiestan los siguientes elementos que ha impedido obtener un proceso de enseñanza satisfactorio, ellos son:

Aspectos Académicos y Pedagógicos
▪ Conocimientos previos insuficientes.
▪ Metodología de enseñanza inadecuada.
▪ Aspectos relacionales y de comunicación con el docente.
▪ Métodos de estudio.

Aspectos Personales
▪ Falta de concentración.
▪ Razones labores.
▪ Dificultades de tiempo.
▪ Organización y priorización de actividades.
▪ Mucho tiempo sin ver la materia.

Tabla 5. Aspectos académicos, pedagógicos y personales manifestados por los estudiantes repitentes del curso de Física del Movimiento. Fuente: Encuesta de entrada Aula Taller de Ciencias 2019.

Frente a las dificultades académicas y pedagógicas que presentan los estudiantes, esta propuesta pedagógica orientada bajo el referente teórico del *Aprendizaje Significativo y Aprendizaje Significativo Crítico*, comienza conociendo los saberes previos de los estudiantes conocidos como *Subsunsores* (Moreira, 2005). Conocer y hacer lectura de estos saberes previos fue posible a partir de la implementación de una guía didáctica que permitiera identificar lo que el alumno ya sabe acerca del movimiento y el nivel de profundidad frente a la comprensión de los conceptos físicos pertenecientes al área de Cinemática – Movimiento Rectilíneo, a través de situaciones de estudio presentes en la vida cotidiana y en desarrollos científicos y tecnológicos.

En esta actividad inicial de saberes previos se construyeron diversos casos de estudio donde los estudiantes con sus palabras tienen la oportunidad de argumentar sus respuestas frente a la presencia de las variables físicas en las situaciones de estudio,

estas variables son: **Desplazamiento, Rapidez, Velocidad, Aceleración y Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA)**. Esta guía didáctica inicial de Saber Previos – Subsunsosres enfocada a los conceptos de Movimiento Rectilíneo se encuentra en el **anexo 1 - Subsunsosres**.



Figura 10. Estudiantes del Curso de Física del Movimiento realizando actividad inicial de diagnóstico.
Fuente: Autor.

En el proceso de sistematización de los subsunsosres obtenidos por parte de los estudiantes, se analizó el nivel de profundidad conceptual que posee el estudiante frente a la comprensión de estos fenómenos físicos, con su respectiva valoración conceptual de acuerdo a los primeros niveles en la base de la **Pirámide de Aprendizaje según la Taxonomía de Bloom** (Hernando, 2015) en el libro *Viaje a la Escuela del Siglo XXI*, se define:

- **Recordar:** *“Traer a la memoria información relevante”*
- **Comprender:** *“Construir nuevos significados a partir de los aprendidos y del nuevo contenido”*

De acuerdo a cada una de las respuestas descritas por los estudiantes frente a los casos de estudio, se comparan con diferentes referentes teóricos para definir si el estudiante sólo recuerda, si sólo comprende, o recuerda y comprende el concepto físico, a continuación se mencionan los referentes teóricos para cada variable física.

Según Raymond A. Serway y John W. Jewett, Jr. (2008) **Rapidez** es: *"La rapidez promedio se define como la distancia recorrida (medida con una regla) dividida entre el tiempo de recorrido (medido con un cronómetro)". La unidad de medida en el SI es el metro por segundo (m/s).*

Según Laroze, Luciano. Porras, Nicolás. y Fuster, Gonzalo. (2013) **Desplazamiento** es: *"El concepto de desplazamiento debe contener e indicar no sólo la magnitud del cambio de posición, sino además, la dirección en que se ha efectuado el cambio" La unidad de medida en el SI es el metro (m).*

Según Young, Hugh. y Freedman, Roger A. (2013) **Velocidad** es: *"La razón entre la componente x del desplazamiento recorrido en el intervalo de tiempo transcurrido que ocurre el desplazamiento" La unidad de medida en el SI es el metro por segundo (m/s).*

Según Raymond A. Marcelo, A. y Edward, J. Finn. (1995) **Aceleración** es: *"Para medir los cambios de la velocidad de un cuerpo se introduce el concepto de aceleración, esta se define como el cociente entre el cambio de la velocidad en el intervalo de tiempo transcurrido" La unidad de medida en el SI es el metro por segundo cuadrado (m/s²).*

Según Young, Hugh. y Freedman, Roger A. (2013). **Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado** es: *"En el movimiento rectilíneo la aceleración puede referirse tanto al aumento como a la disminución de la rapidez"*

En esta consolidación de resultados se logra el recuento y la tabulación de respuestas que permitan conocer la cantidad de estudiantes que carecen del concepto, que sólo recuerdan el concepto, y que recuerdan y comprenden el concepto. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Recuento Concepto 1				Recuento Concepto 2			
Rapidez	Valoración	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Desplazamiento	Valoración	Número de estudiante	Porcentaje (%)
	0 - Carece del concepto	13	62%		0 - Carece del concepto	5	24%
	1- Sólo recuerda el concepto	7	33%		1- Sólo recuerda el concepto	6	29%
	2- Recuerda y comprender el concepto	1	5%		2- Recuerda y comprender el concepto	10	48%
	Totales	21	100%		Totales	21	100%

Recuento Concepto 3				Recuento Concepto 4			
Velocidad	Valoración	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Aceleración	Valoración	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
	0 - Carece del concepto	11	52%		0 - Carece del concepto	9	43%
	1- Sólo recuerda el concepto	9	43%		1- Sólo recuerda el concepto	8	38%
	2- Recuerda y comprender el concepto	1	5%		2- Recuerda y comprender el concepto	4	19%
	Totales	21	100%		Totales	21	100%

Recuento Concepto 5			
MRUA	Valoración	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
	0 - Carece del concepto	8	38%
	1- Sólo recuerda el concepto	11	52%
	2- Recuerda y comprender el concepto	2	10%
	Totales	21	100%

Tabla 6. Recuento y tabulación de los conocimientos previos de los estudiantes del curso de Física del Movimiento. Fuente: Autor.

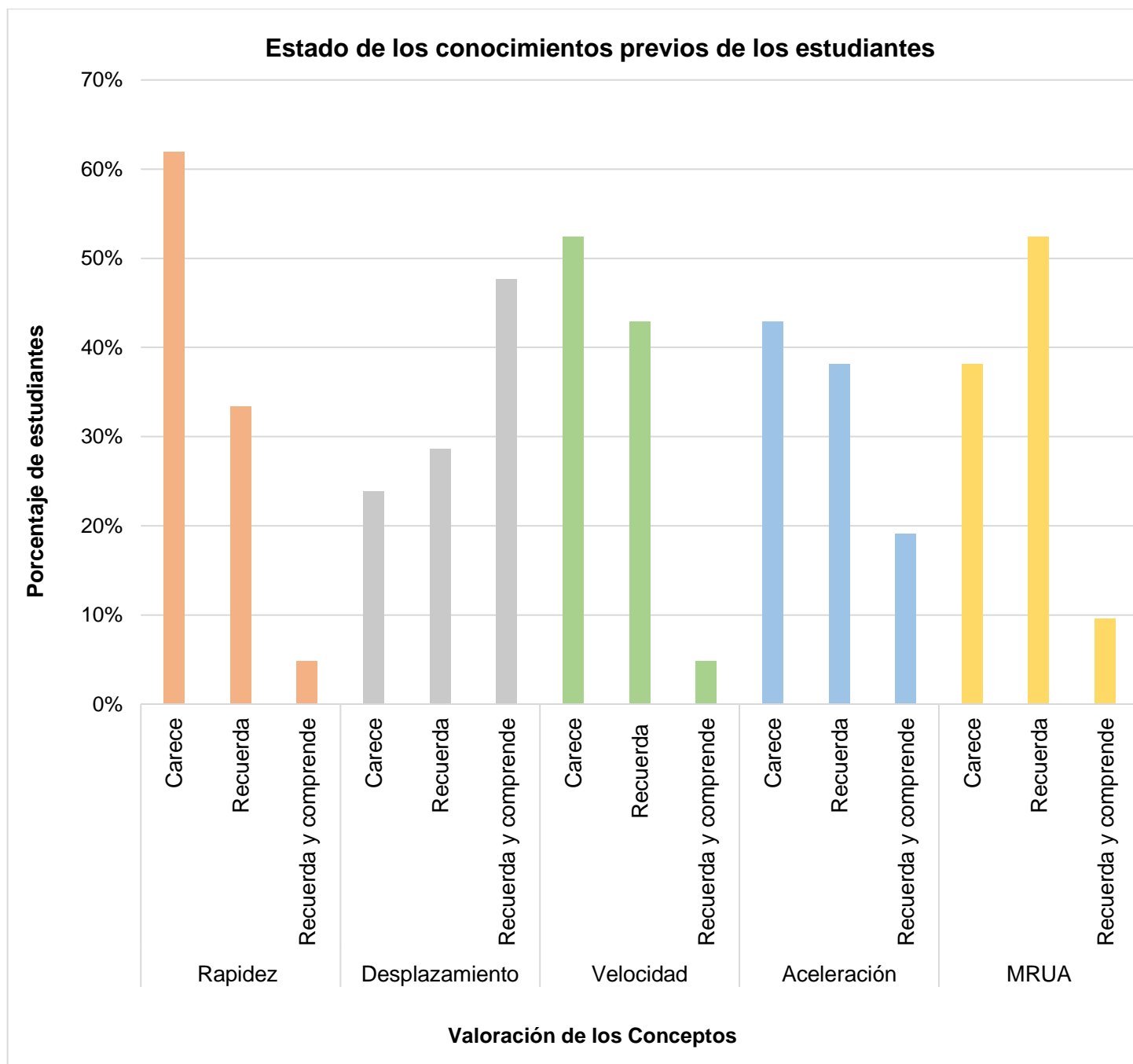


Figura 11. Resultados consolidados frente a los conceptos físicos de estudio. Fuente: Autor.

Se logra leer de los siguientes gráficos lo siguiente:

- En tres de los cinco conceptos físicos, tales como: rapidez, velocidad y aceleración, reflejado en porcentajes de 62%, 52% y 43% respectivamente, los

estudiantes carecen de la comprensión y aplicación de estos conceptos fundamentales de movimiento.

- En dos de los cinco conceptos de estudio, tales como: desplazamiento y movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, el 48% de los estudiantes logran recordar y comprender el concepto de desplazamiento a través de la actividad de aplicación, además el 52% de los estudiantes sólo recuerda en que consiste el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado y lo reconocen como aplicación en uno de los movimientos que genera el metro de Medellín como medio de transporte.
- En cuatro de los cinco conceptos de estudio, tales como: rapidez, velocidad, aceleración y movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, menos del 20% de los estudiantes logran recordar y comprender estos conceptos físicos.

Algunos de los estudiantes presentan fortalezas conceptuales y algebraicas que evidencian la comprensión de los fenómenos físicos, sin embargo otro grupo de estudiantes presentan la necesidad de reforzar los conceptos básicos, la capacidad de observación, análisis y solidez en los elementos básicos que conforman los fenómenos físicos y los principios algebraicos. Frente a este desempeño obtenido, se realiza una valoración por parte del docente como diagnóstico a los estudiantes del curso, con el propósito de direccionar la ruta pedagógica estratégica para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física Mecánica. A continuación se presenta el consolidado del diagnóstico realizado y los elementos fundamentales que se tuvieron en cuenta frente a la valoración del desempeño obtenido.

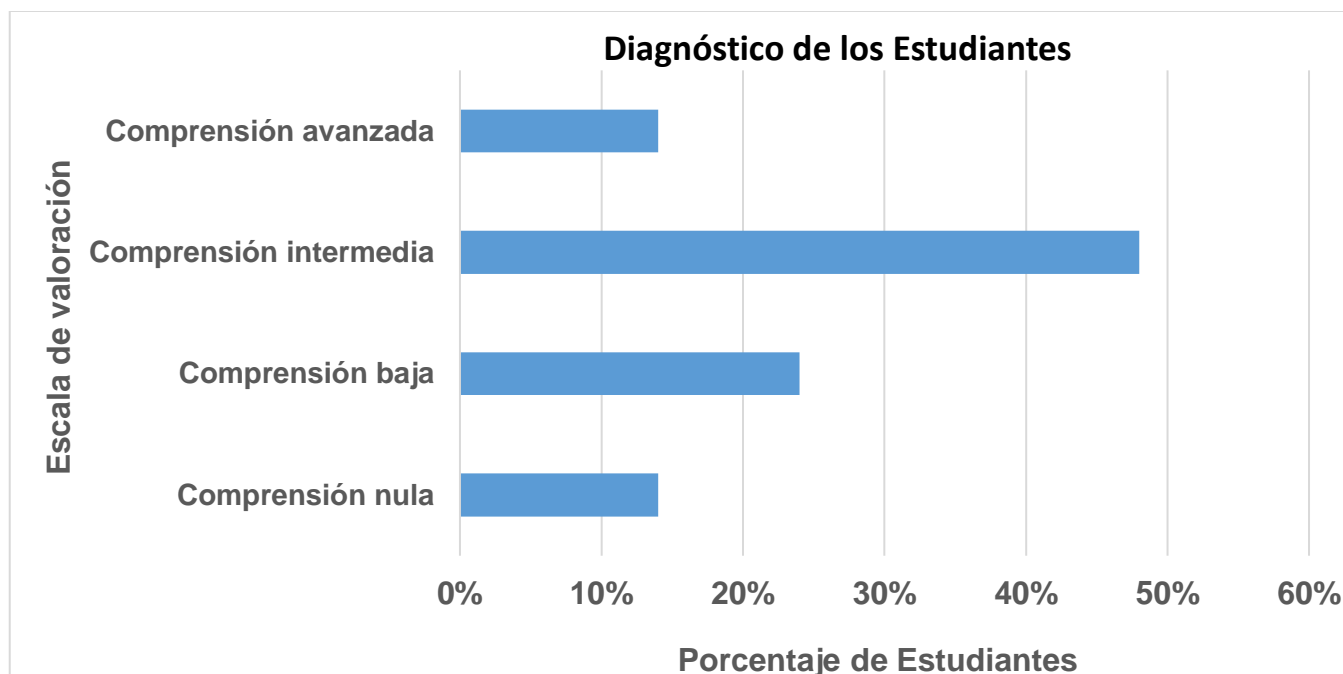


Figura 12. Diagnóstico de los estudiantes frente al desempeño en la actividad de subsunsores.
Fuente: Autor.

Parámetros de desempeño para el diagnóstico inicial de los estudiantes de Física del Movimiento	
<ul style="list-style-type: none"> Observación e identificación de los fenómenos presentados. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de operaciones algebraicas fundamentales.
<ul style="list-style-type: none"> Reconocimiento de las unidades de medida de las variables físicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Interpretación de gráficos a partir de la relación entre variables dependientes e independientes.
<ul style="list-style-type: none"> Identificación de variables físicas escalares y vectoriales. 	<ul style="list-style-type: none"> Capacidad de argumentación frente a la descripción de la presencia y comportamiento del fenómeno físico en la aplicación.
<ul style="list-style-type: none"> Caracterización de los diversos fenómenos presentados, tales como: movimientos y sus trayectorias (recta, parabólica, circular) y diferentes tipos de fuerzas. 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de la interacción de los diferentes tipos de fuerzas presentes en las aplicaciones propuestas.

Tabla 7. Parámetros de desempeño para el diagnóstico inicial del curso. Fuente: Autor.

Frente a estos parámetros de desempeño, se identifican algunas de las características de los diagnósticos presentados por los estudiantes:

Comprensión nula: El estudiante presenta vacíos conceptuales evidenciados en la mezcla incoherente de conceptos físicos, confusión en las unidades de medida de las variables físicas, además de varias preguntas sin responder o sin justificar. Se considera que su desempeño en la actividad inicial es insuficiente.

Comprensión baja: El estudiante tiene claridad en la diferenciación entre las variables físicas escalares y vectoriales con sus respectivas unidades de medida, se evidencian los vacíos conceptuales y la necesidad de conocer algunos de ellos, las respuestas se resumen en sólo una palabra, por lo tanto hace falta fortalecer la capacidad de argumentación. Se considera que su desempeño en la actividad inicial es aceptable.

Comprensión intermedia: El estudiante describe el comportamiento de los fenómenos y su presencia en las aplicaciones, se evidencia la necesidad de fortalecer los conceptos de estudio, además presenta nociones en la elaboración de diagramas vectoriales. Se considera que su desempeño en la actividad inicial es sobresaliente.

Comprensión avanzada. El estudiante presenta una capacidad argumentativa sólida, coherente y asertiva frente a la descripción del comportamiento de los fenómenos. Se evidencia la claridad conceptual en los diagramas y gráficos realizados, además de relacionar los fenómenos de estudio en aplicaciones orientadas a sus actividades laborales en las empresas. Se considera que su desempeño en la actividad inicial es excelente.

Realizando la lectura de las características socioeconómicas y académicas de los estudiantes con su respectivo diagnóstico académico como etapa inicial de este trabajo, se procede a presentar en segunda instancia el desarrollo del Material Potencialmente Significativo como principal herramienta de apoyo metodológico para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física del Mecánica.

Este material didáctico se encuentra estructurado en diferentes áreas metodológicas, tales como: herramientas de computacionales para la simulación de fenómenos físicos, experimentación a partir de insumos, herramientas, equipos e instrumentos, desarrollo

de actividades para la promoción hábitos y habilidades lectoescritoras, además de la construcción de diagramas para la generación de aprendizaje conceptual-proposicional. Estas actividades se encuentran orientadas bajo los principios del Aprendizaje Significativo Crítico como referente teórico del proceso de enseñanza y aprendizaje, los cuales son enmarcados en principios como:

Principio del Aprendizaje Significativo Crítico presentes en el desarrollo del Material Potencialmente Significativo para el aprendizaje de la Física Mecánica.	
✓ Principio del conocimiento previo.	✓ Principio del abandono de la narrativa.
✓ Principio de la interacción social y del cuestionamiento.	✓ Principio de la no centralidad del libro de texto.
✓ Principio de la no utilización de la pizarra.	✓ Principio del conocimiento como lenguaje.
✓ Principio de la conciencia semántica.	

Tabla 8. Principios del ASC implementados en el desarrollo del MPS. Fuente: Autor

La implementación de este material bajo este enfoque de aprendizaje, permitirá la transformación de los *subsuno*res - saberes previos del estudiante, para que se conviertan en saberes conceptuales con mayor solidez y estructuración, con significado y aplicabilidad para el estudiante, logrando alcanzar mayores niveles de comprensión, fortalecimiento conceptual y la posibilidad del aprendizaje de la Física Mecánica a través de la diversidad de material didáctico en el aula de clase. En siguiente capítulo de este trabajo se presentará el diseño, la construcción y la implementación de las guías didácticas para este propósito.

3.2. Diseño, construcción e implementación del material potencialmente significativo para el proceso de la enseñanza y el aprendizaje de la Física del Movimiento

En este capítulo se presenta el diseño, construcción, propósito e implementación del material didáctico de apoyo para el proceso de enseñanza y aprendizaje de los fenómenos físicos asociados al movimiento, material consolidado dentro del referente teórico del Aprendizaje Significativo como *Material Potencialmente Significativo*. El propósito principal de la construcción de este material es la generación de la diversidad de herramientas didácticas para el proceso de aprendizaje, el cual logre impactar en la transformación de los *subsuno*res del aprendiz consolidando un aprendizaje significativo. A continuación se presenta un mapa conceptual que muestra de manera general la estructura del material didáctico desarrollado y su orientación:

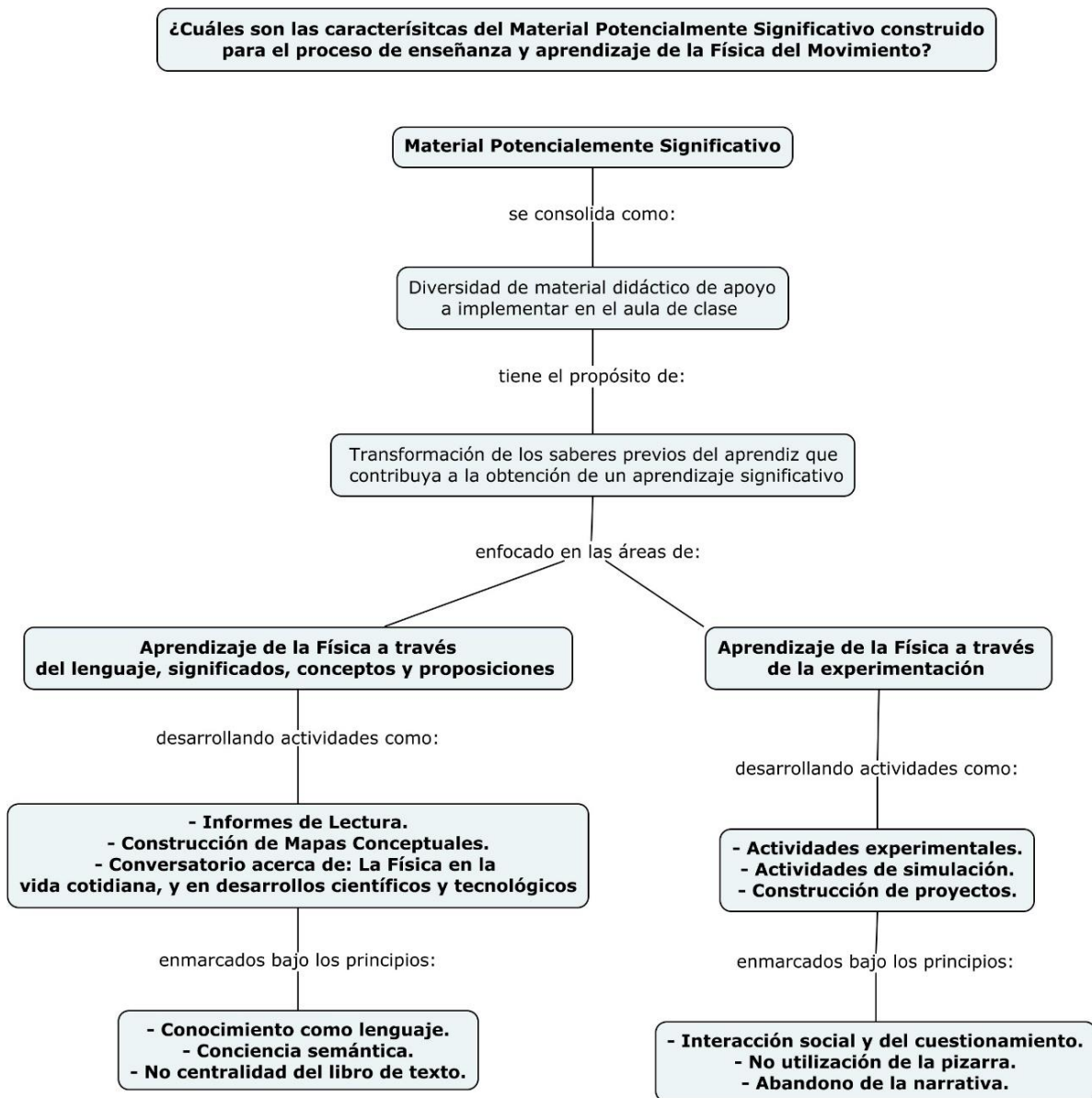


Figura 13. Estructura del MPS para la enseñanza de la Física. Elaborado por: Autor.

3.2.1. Aprendizaje de la Física a través del lenguaje, significados, conceptos y proposiciones

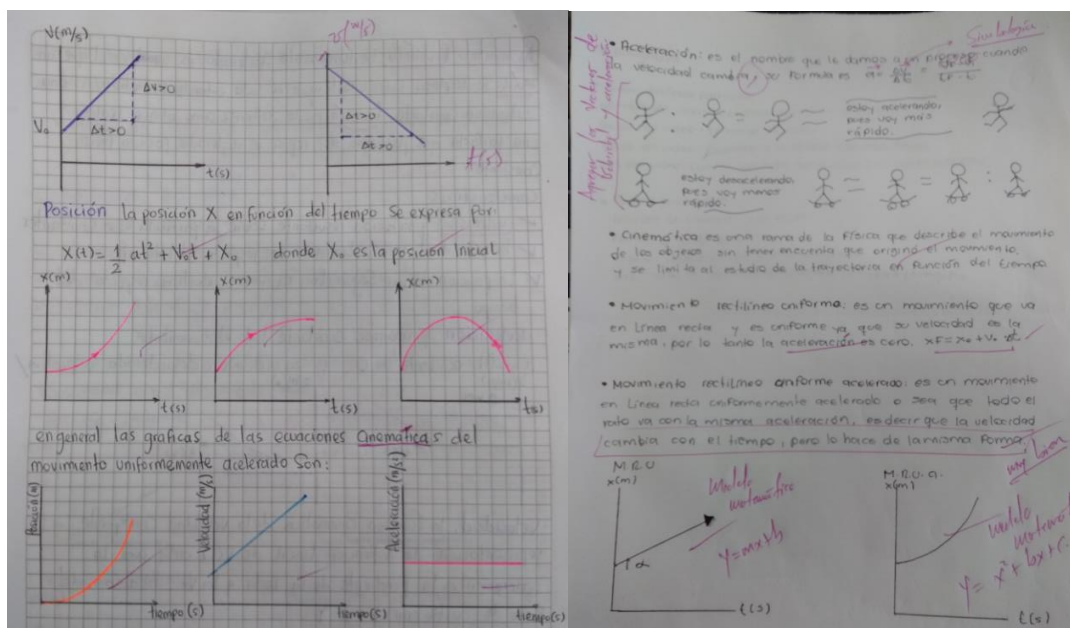
- **Informes de Lectura**

Como actividad inicial para el aprendizaje de los conceptos fundamentales de movimiento, se propone la elaboración de un *Informe de Lectura*, el cual se consolida como un reporte personal que construye el estudiante a mano con sus propias palabras.

Es un reporte que se caracteriza por evidenciar el primer acercamiento conceptual de los fenómenos de estudio, donde el estudiante describe el significado de los conceptos, su comportamiento, simbología, representación matemática, ilustraciones gráficas, aplicaciones y bibliografía. El estudiante tiene la libertad de realizar su revisión conceptual en diversos materiales bibliográficos, tales como: libros, artículos, revistas y material audiovisual.

El material didáctico propuesto para esta actividad, consiste en la elaboración de una guía didáctica que orienta al estudiante a desarrollar su informe de lectura, asumir una postura activa y curiosa para el aprendizaje, además de fomentar hábitos lectura y escritura. Esta guía de orientación para el desarrollo de informes de lectura se encuentra en el **anexo 2. Material Potencialmente Significativo - Lenguaje**.

Esta actividad tiene como propósito la aplicación de diferentes principios de la TASC, donde el estudiante comienza con la construcción de su aprendizaje interiorizando y analizando el significado de los conceptos en su estructura cognitiva, identificando las palabras fundamentales como adquisición del conocimiento a través del lenguaje, y acercándose a la interpretación simbólica y matemática de los fenómenos físicos asociados al movimiento.



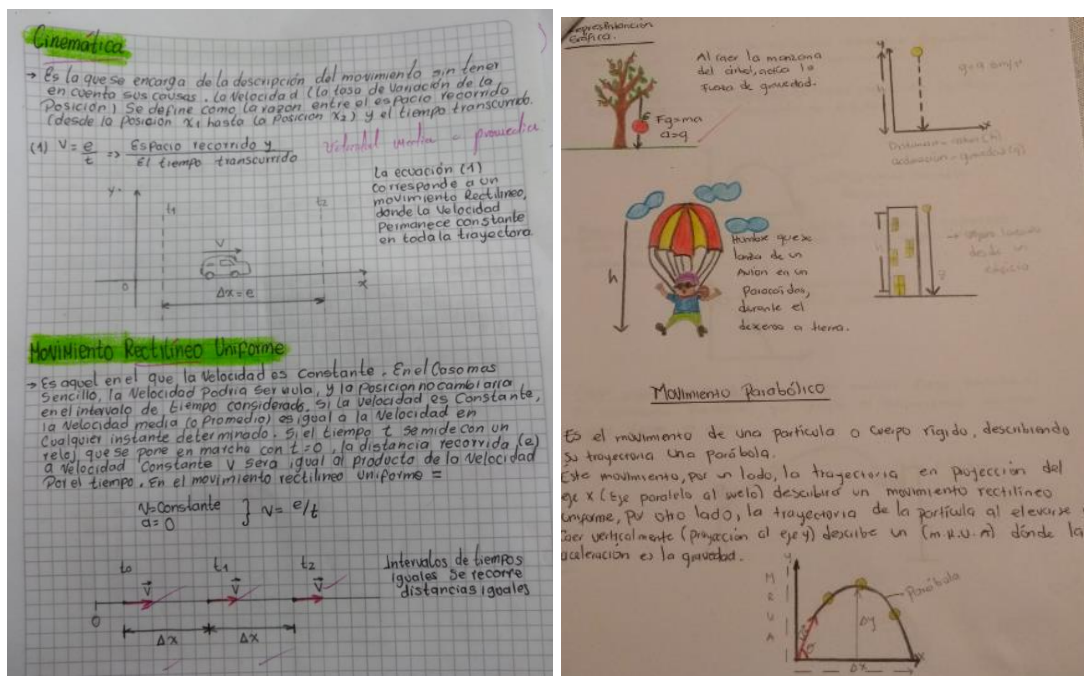


Figura 14. Informes de lectura elaborados por los estudiantes del Curso Especial Física del Movimiento. Fuente: Autor.

En una segunda etapa se realiza la socialización y retroalimentación del proceso de consulta y elaboración del reporte. Allí los estudiantes exponen los principales elementos, ideas, definiciones, características y aplicaciones en contexto de acuerdo a sus carreras profesionales. Esta intervención a partir de la participación activa de los estudiantes, promueve la construcción colectiva de los fenómenos físicos teniendo como aplicación el principio de conciencia semántica. Es una actividad donde los estudiantes a través de su postura activa, contribuyen a la construcción conceptual de los fenómenos, generando un entorno de compañerismo donde comparten la narrativa intercambiando la palabra, siendo el docente un mediador del proceso de aprendizaje.



Figura 15. Estudiantes participando en la socialización conceptual de los informes de lectura. Fuente: Autor.

Como reflexión de este proceso de elaboración de informes de lectura, se resalta el progreso permanente de los estudiantes en su capacidad de comprensión lectora, logrando describir con sus palabras el comportamiento de las variables físicas del movimiento, además de la corrección y mejora constante de la ortografía. También se destacan aspectos además de los elementos académicos como la construcción elaborada de gráficos y diagramas donde se evidencia la presencia y el comportamiento de las variables físicas, y como complemento a este reporte, los estudiantes presentan aplicaciones de estos fenómenos en la vida cotidiana y en su campo profesional.

Otra de las actividades que se encuentra encaminada a la generación de aprendizaje a través de significados, es la construcción de mapas conceptuales, donde los estudiantes elaboran estructuras jerárquicas conceptuales para lograr la comprensión de los fenómenos de estudio. A continuación se presenta la implementación de esta actividad en el aula de clase.

- **Mapas conceptuales**

Los mapas conceptuales se consolidan como una herramienta de apoyo académico frente al estudio conceptual de los fenómenos físicos a través de la construcción de estructuras jerárquicas conformadas por conceptos y palabras de enlace (Moreira, 1988). Esta herramienta tiene el propósito de transformar los saberes del estudiante y la generación de conocimiento conceptual y coherente de los fenómenos físicos de movimiento a partir de la observación, identificación y construcción de *proposiciones*, las cuales son definidas como la unión consecutiva de conceptos por medio de una palabra de enlace que interactúa y los relaciona de manera coherente, manifestando la comprensión de comportamiento fenomenológico de las variables físicas de estudio y sus aplicaciones.

Como propuesta de material didáctico de apoyo para el aprendizaje de los elementos conceptuales de movimiento, se presenta el desarrollo de una guía didáctica que comparte los parámetros necesarios para la construcción de Mapas Conceptuales, la cual es enfocada a la construcción de proposiciones implementando conceptos relacionados al fenómeno físico de movimiento que son las variables físicas de interés en el desarrollo de este trabajo, como también se promueve la implementación de herramientas digitales para su construcción. Esta guía tiene como contenido la familiarización de los elementos más relevantes para el desarrollo de los mapas, como también la construcción de la Pregunta de Enfoque, y la presentación de los elementos conceptuales como: posición, rapidez, velocidad, aceleración, movimiento rectilíneo uniforme, movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Esta guía didáctica de orientación para la construcción de mapas conceptuales se encuentra en el **anexo 2**.

Material Potencialmente Significativo - Lenguaje.

La implementación de esta herramienta en el proceso metodológico de aprendizaje logra la aplicación de diferentes principios de la TASC, principalmente el principio de aprendizaje de los fenómenos físicos a través de significados conceptuales que son generados a partir de las proposiciones, como también del principio de la interacción social y del cuestionamiento, donde los estudiantes inician la construcción del mapa a partir de la Pregunta de Enfoque que va a ser respondida a través de la estructura de proposiciones elaborada por el estudiante. A continuación se presentan las diferentes

actividades realizadas por los estudiantes como protagonistas de su proceso de aprendizaje a través de proposiciones.

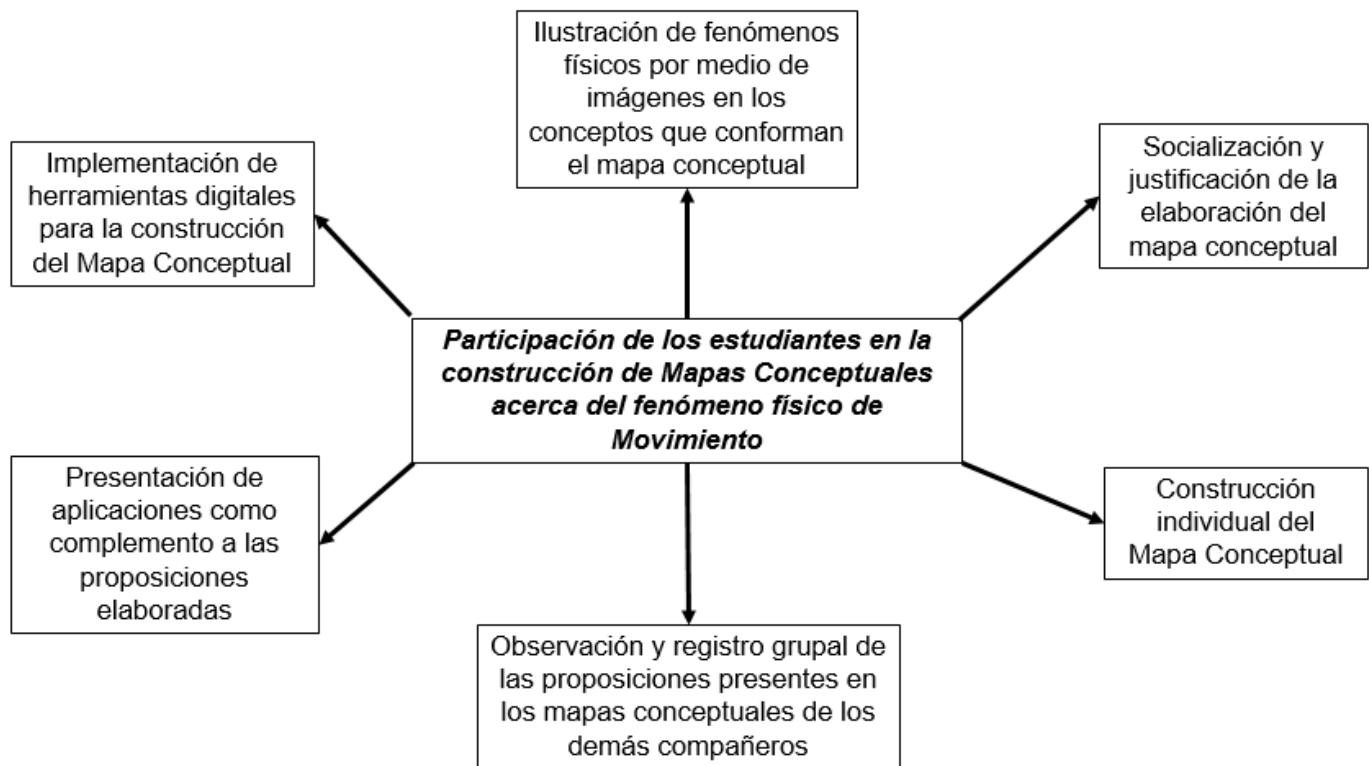


Figura 16. Actividades realizadas por los estudiantes para el desarrollo de Mapas Conceptuales. Fuente: Autor.

Se presentan los mapas conceptuales presentados por los estudiantes, una actividad que logra enriquecer los elementos conceptuales, explora nuevas herramientas didácticas para el proceso formativo de los estudiantes, y que además genera procesos de aprendizaje dinámicos que transforman el aula de clase.

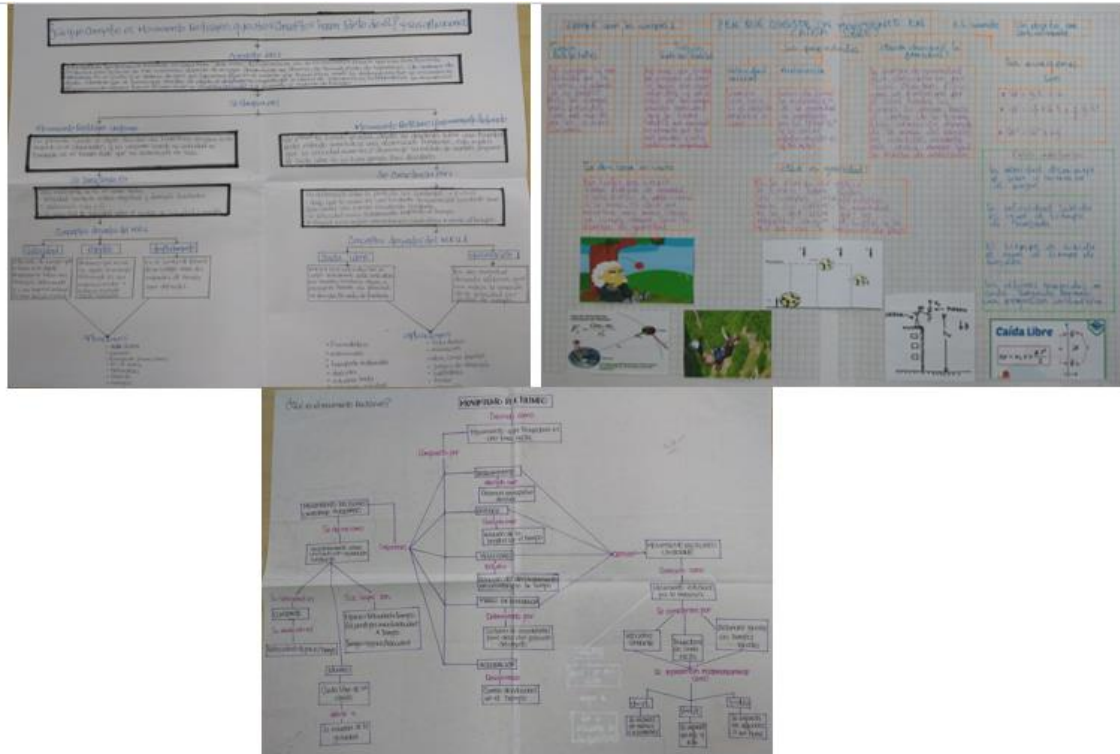


Figura 17. Mapas Conceptuales elaborados por los estudiantes. Fuente: Autor.

Los estudiantes participantes de esta actividad compartieron con sus compañeros la experiencia de desarrollar el mapa conceptual, convirtiéndose en un ambiente de aprendizaje dedicado al estudio y el análisis de los fenómenos físicos de manera analítica, conociendo sus características y aplicaciones. Es un proceso dedicado a la caracterización de los fenómenos físicos, identificación de sus elementos conceptuales, es una actividad que permite compartir el tablero para que el estudiante tome la palabra y realice sus contribuciones, perspectivas y que comparta su enriquecimiento conceptual. Se comparten imágenes de la actividad realizada con los estudiantes:



Figura 18. Participación de los estudiantes en la socialización de Mapas Conceptuales.
Fuente: Autor.

Como propuesta complementaria a estas actividades de enriquecimiento conceptual de los fenómenos físicos por medio del lenguaje, se realiza en el aula de clase un foro-conversatorio llamado *“La Física en la cotidianidad y en las aplicaciones científicas y tecnológicas”*, que por medio de recursos como textos y videos documentales los

estudiantes asumen una postura crítica frente a la presencia y aplicación de la Física y las demás ciencias naturales en grandes desarrollos tecnológicos, además se discute acerca de la pertinencia e importancia de la Física y las ciencias naturales en el proceso formativo profesional, se reflexiona acerca de las prácticas y hábitos de estudio con necesidad de ser transformados por parte de los estudiantes, y además de las prácticas pedagógicas en los procesos de enseñanza por parte de los docentes. Se resalta la capacidad de asombro de los estudiantes al observar e identificar la presencia de las ciencias naturales y su papel protagónico en diversas áreas como: construcción de grandes obras civiles, medios de transporte modernos y mega-fábricas.



Figura 19. Participación de los estudiantes en el foro-conversatorio de las Aplicaciones de la Física y las Ciencias Naturales. Fuente: Autor.

Los estudiantes resaltan de este proceso de aprendizaje la implementación de este tipo de actividades que permiten ampliar el horizonte de la aplicabilidad de la Física y las ciencias naturales, debido a que generan valor y significado en su formación porque se evidencia su importancia y la vida que ellas tienen, y que además logran salir del tablero

y tiene gran responsabilidad en las aplicaciones industriales, algo que es novedoso para ellos porque siempre las han observado estáticas en el aula de clase plasmadas en el tablero. Las pautas principales para la participación en el foro se encuentran en el **anexo**

2. Material Potencialmente Significativo - Lenguaje.

3.2.2 Aprendizaje de la Física a través de la experimentación

- **Actividades experimentales**

Construyendo una propuesta de Curso Especial con Enfoque Aula Taller, el aula de clase se convierte en un espacio de experimentación permanente donde los conceptos físicos estudiados y socializados logran ser evidenciados con actividades experimentales complementarias. Las actividades de experimentación permiten la interacción con equipos, instrumentos, herramientas e insumos que permitan poner en práctica los fenómenos de estudio, promover el trabajo colaborativo e interactivo entre los estudiantes para apreciar la esencia, el comportamiento de las variables físicas, y a su vez añadir los modelos matemáticos necesarios que describan su funcionamiento y permitan el análisis y la predicción del comportamiento de los objetos de estudio.

Como parte del curso se propone el desarrollo de actividades experimentales que son consignadas en una guía didáctica de apoyo que brinda la orientación para la construcción y análisis de la estrategia propuesta, en el siguiente diagrama de procesos se muestran las etapas en las que se encuentra conformada la actividad experimental.

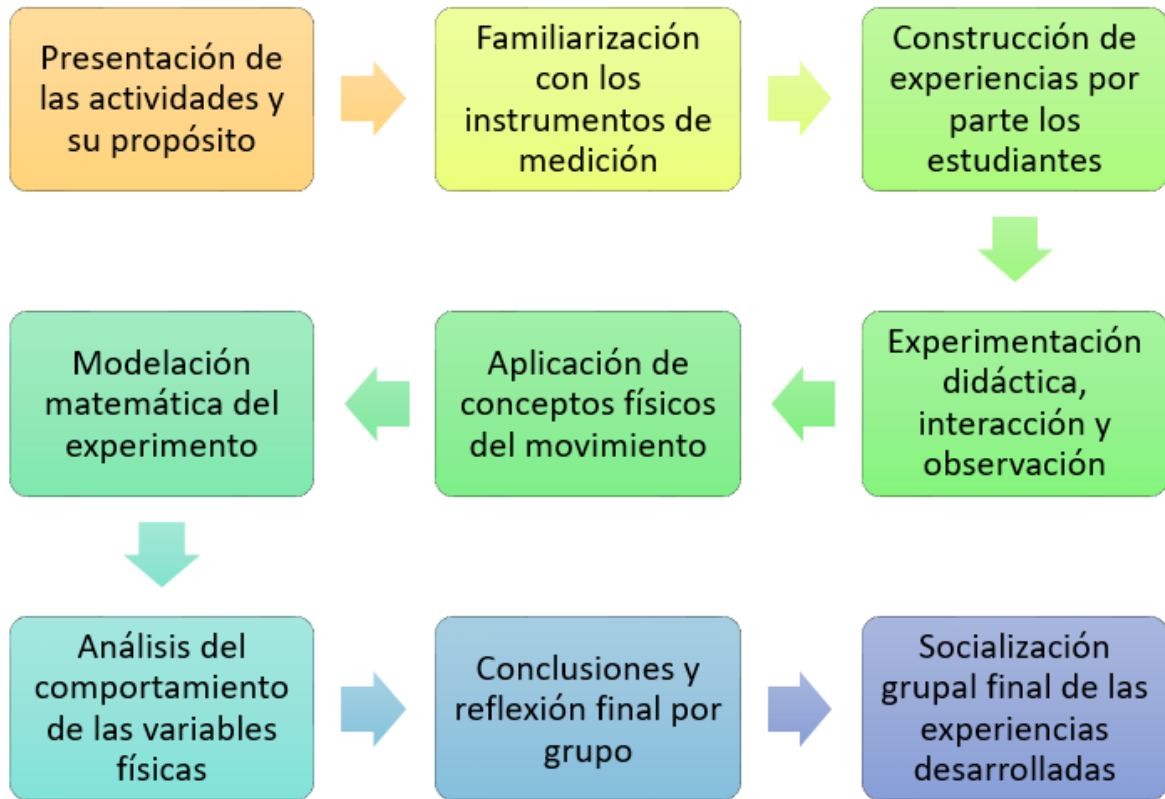


Figura 20. Proceso de experimentación por parte de los estudiantes para el aprendizaje de los conceptos de movimiento. Fuente: Autor.

El propósito de estas actividades experimentales es la aplicación de los principios de la teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, la cual promueve el trabajo colaborativo entre los estudiantes, y crea por medio del docente orientador espacios para incentivar la Interacción Social y del Cuestionamiento por medio del dialogo entre estudiantes y la generación de preguntas que conlleven al análisis de los fenómenos presentes en los experimentos. El docente comparte el tablero y su narrativa para que los estudiantes asuman una postura participativa, realicen los planteamientos, la formulación y el desarrollo de los fenómenos físicos que experimenta el objeto de estudio, y que también compartan sus contribuciones y posibles respuestas a las preguntas de análisis formuladas. La guía didáctica que contiene las actividades de experimentación se encuentra en el **anexo 2 – Material Potencialmente Significativo - Experimentación.**



Figura 21. Participación de los estudiantes en las actividades experimentales. Fuente: Autor.

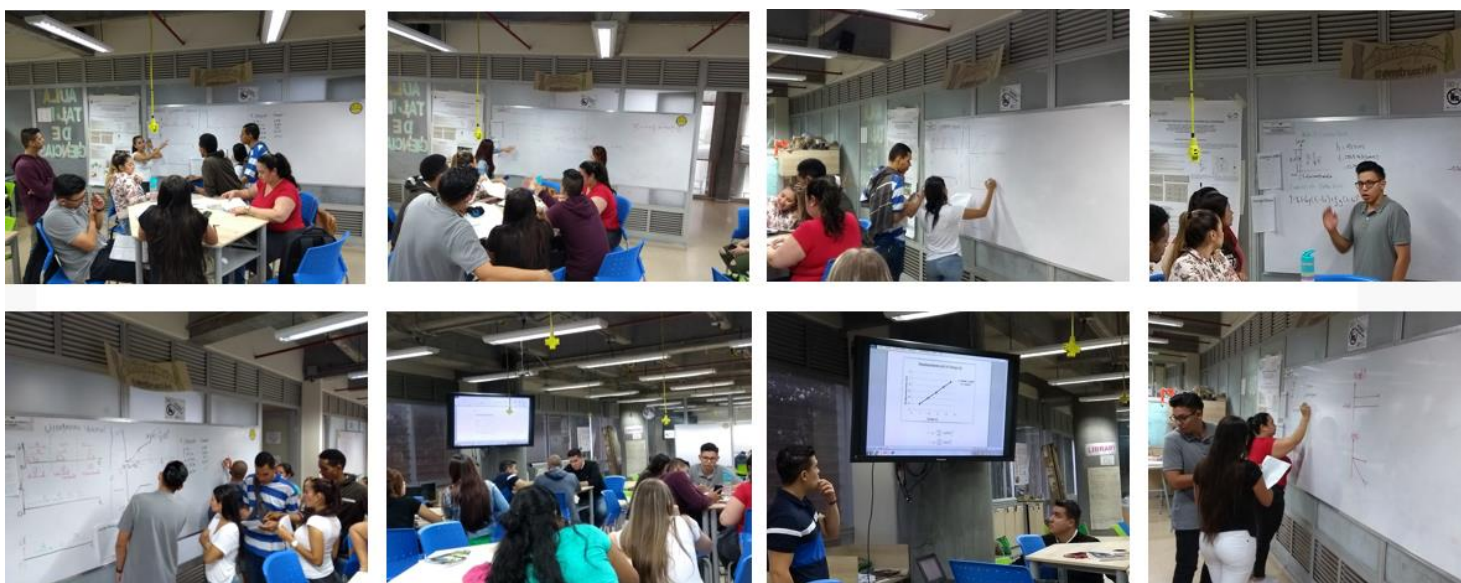


Figura 22. Participación de los estudiantes en los espacios de socialización grupal. Fuente: Autor.

Explorando otros medios de experimentación, se encuentra disponible en internet de manera abierta y gratuita la plataforma de simulaciones interactivas científicas *PhET* desarrollada por la *Universidad de Colorado*. En el siguiente apartado se presenta el desarrollo de la guía didáctica implementando esta herramienta virtual.

- **Actividades de simulación**

Como parte de la experimentación entorno a los fenómenos físicos del movimiento, consolidando otras alternativas que contribuyan al aprendizaje y que fortalezcan la implementación de TICs en el aula de clase universitaria, se lleva a cabo el desarrollo de actividades de entornos digitales de simulación a través de plataformas libres y gratuitas que permiten la interacción permanente con las variables físicas de estudio y su comportamiento en diversas aplicaciones. Estas herramientas digitales generan un acercamiento didáctico a los fenómenos a través de la observación, variación de parámetros, ilustración del comportamiento de fenómenos en el tiempo, que a partir de ello, se realiza el planteamiento de retos y actividades que permitan poner en práctica los fenómenos de estudio.

Por medio de la plataforma *PhET* diseñada por la *Universidad de Colorado*, se desarrolla una actividad de experimentación por medio de la simulación llamada “*El Hombre Móvil*” donde se aplican los conceptos del Movimiento Rectilíneo. En este entorno de simulación se aprovecha al máximo sus potencialidades al servicio de los estudiantes, esto se evidencia con la manipulación de botones y ventanas emergentes que poseen contenido e información valiosa para la aplicación, y por ende, al proceso de aprendizaje del estudiante. En el siguiente gráfico se muestran las virtudes de esta herramienta digital, la guía didáctica de orientación para estas actividades digitales se encuentra en el **anexo 2. Material Potencialmente Significativo - Experimentación.**



Figura 23. Potencialidades del entorno de simulación para el aprendizaje de la Física.
Fuente: Autor.

El propósito de la implementación de esta herramienta digital apunta a la aplicación de los principios del Aprendizaje Significativo Crítico, especialmente para esta actividad se promueve la Interacción Social y del Cuestionamiento, debido a la generación permanente de preguntas que lleven al análisis y la reflexión del comportamiento del fenómeno y sus variables físicas, además se evidencia con la construcción conceptual colectiva por parte de los grupos de trabajo conformados. A esto se le añade la participación comunicativa entre los estudiantes, asumiendo un rol activo y propositivo para la adquisición del conocimiento, siendo así el docente se convierte en el orientador

del proceso de aprendizaje brindando pautas y orientación para la operación y la comprensión de las simulaciones propuestas.



Figura 24. Participación de los estudiantes en las actividades de simulación. Fuente: Autor.

El desarrollo de estas actividades permite impactar los procesos de aprendizaje implementando herramientas TIC que contribuyan a la transformación del aula de clase, además del dinamismo de los esquemas metodológicos para la enseñanza de la Física y las demás áreas de la ciencia.

Como propuesta de cierre en esta etapa de experimentación, los estudiantes desarrollan durante todo el periodo académico un *Proyecto Final de Curso*, donde se ponen en práctica los fenómenos físicos que más les haya llamado la atención durante el curso y desde sus experiencias pasadas con el estudio de la Física.

El propósito del desarrollo de este proyecto, es buscar actividades donde los estudiantes a partir de sus deseos y convicción por el aprendizaje de la Física, construyan ya sea una maqueta, experimentos o prototipos donde se evidencien los fenómenos de la Física Mecánica, sea motivo para el estudio y el análisis de los fenómenos, su modelación matemática y presencia de ellos en el ejercicio profesional orientado al programa académico que desempeñan. Los proyectos realizados a la fecha han sido:

✓ Puentes colgantes y torre grúa. Análisis de las condiciones de equilibrio de cuerpos rígidos.	✓ Proceso de transformación de energía mecánica. Experiencias que muestran los diferentes tipos de energías mecánicas y su conversión.	✓ Banda transportadora. Prototipo de banda transportadora donde se aborda el fenómeno de movimiento rectilíneo.
✓ Sistema de transporte aéreo. Aplicaciones de las fuerzas en el sistema de transporte Metrocable.	✓ Trabajo en alturas. Análisis de la Caída Libre y Primera Ley de Newton aplicado a la seguridad ocupacional.	✓ Estructura rotacional. Plataforma giratoria que estudia el fenómeno del movimiento circular.
✓ Lanzamiento de cohetes vinagre-bicarbonato. Estudio de la Tercera Ley de Newton: Ley de Acción – Reacción.	✓ Elevador hidráulico. Estudio del principio fundamental de presión, fuerza y área, prensa multiplicadora de fuerza.	✓ Parque de diversiones. Diversas experiencias que explican los fenómenos de Cinemática.

Tabla 9. Proyectos finales de curso desarrollados por los estudiantes. Fuente: Autor.



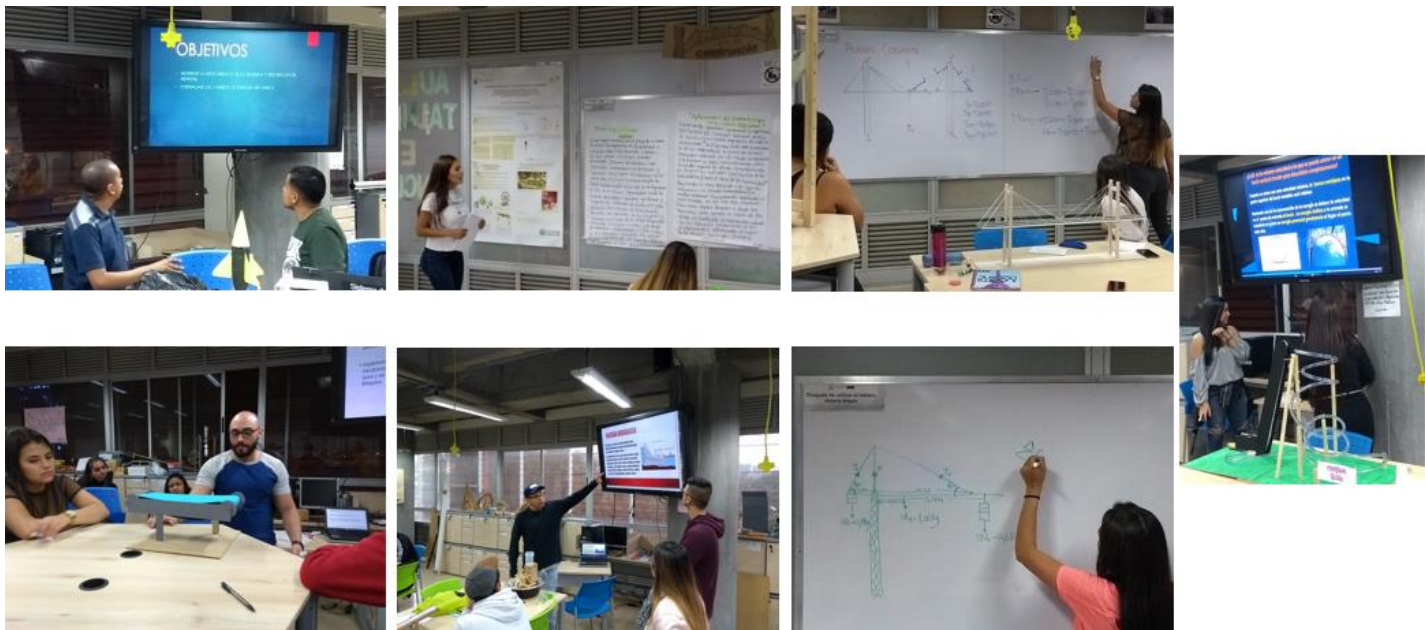


Figura 25. Presentación de *Proyectos Finales de Curso*. Fuente: Autor.

El desarrollo de estos proyectos he generado motivación por el estudio de la Física y de las ciencias naturales en general, debido a que los estudiantes en su proceso de búsqueda encuentran aplicabilidad en su ejercicio de formación profesional. Es una actividad que promueve la experimentación, generación de ideas y construcción colectiva de los proyectos, como también la aplicación de los fenómenos físicos de interés y su respectiva socialización para compartir con los demás compañeros.

En el siguiente capítulo de este trabajo se presentan los resultados del proceso de enseñanza y aprendizaje realizado con los estudiantes, se muestra la valoración realizada por ellos frente al material didáctico de apoyo brindado, además de la metodología implementada en el proceso. Las pautas principales para el desarrollo y construcción del proyecto final de curso en el foro se encuentran en el **anexo 2. Material Potencialmente Significativo - Experimentación.**

3.3. Valoración del material potencialmente significativo y su impacto en el proceso de aprendizaje de los conceptos relacionados al fenómeno de Movimiento Rectilíneo

En este capítulo final se presentan los resultados obtenidos del proceso de intervención implementando el Material Potencialmente Significativo como propuesta para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos fundamentales presentes en el fenómeno físico de Movimiento Rectilíneo. Estos resultados serán inicialmente presentados de manera cualitativa luego de tabular las respuestas de la aplicación de uno de los instrumentos de recolección de información como lo es la *Encuesta de Valoración – Satisfacción del Proceso*. Estos resultados son orientados a las áreas del Material Potencialmente Significativo implementado, ellas son:

3.3.1. Valoración del aprendizaje de la Física a través del lenguaje, significados, conceptos y proposiciones

- **Informes de Lectura.** Actividad dedicada a la promoción de hábitos de lectoescritura que permitan estudiar, consultar y fortalecer los conceptos físicos presentes en el movimiento rectilíneo de objetos y cuerpos de estudio. Esto permite que el estudiante fortalezca su proceso de aprendizaje adquiriendo los significados de los conceptos fundamentales, a través de su reporte con palabras personales, simbología, modelación matemática y presencia en aplicaciones cotidianas o en desarrollos científicos y tecnológicos.

Uno de los aspectos trascendentales de la implementación de los Informes de Lectura es la promoción e invitación permanente a los estudiantes a la exploración y generación de nuevos hábitos académicos de estudio, esto se logra evidenciar con la diversificación del material de apoyo al proceso de aprendizaje. A continuación se presenta los principales recursos bibliográficos utilizados en el desarrollo de esta actividad:

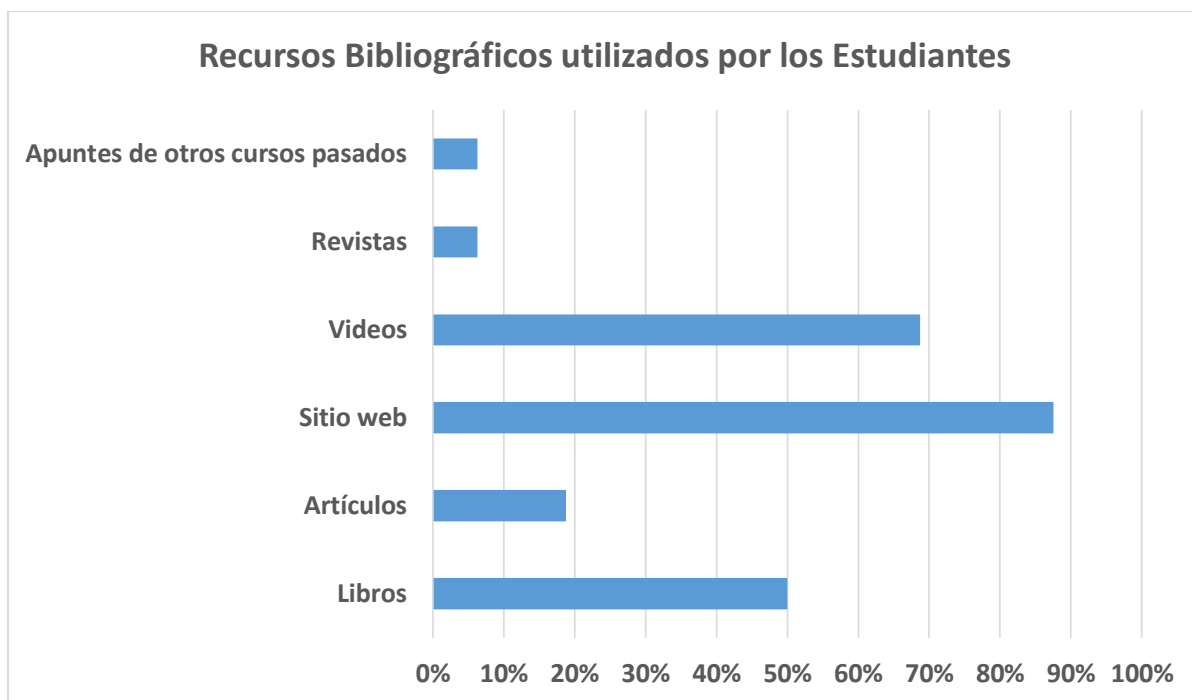


Figura 26. Recursos bibliográficos implementados por los estudiantes para los Informes de Lectura. Fuente: Autor.

El desarrollo de los Informes de Lectura despertó en los estudiantes la búsqueda de diferentes recursos bibliográficos, donde en gran medida los estudiantes implementaron los sitios web, recursos audiovisuales y libros de texto universitarios para tener un acercamiento previo al significado y comprensión de las variables físicas representativas presentes en el Movimiento Rectilíneo. La construcción de estos reportes personales se ha convertido para muchos de los estudiantes una nueva actividad a incorporar dentro de sus hábitos de estudio, además que esta contribuye a fortalecer las habilidades de comprensión lectora y escritura. La valoración de esta experiencia es reflejada en la siguiente gráfica:

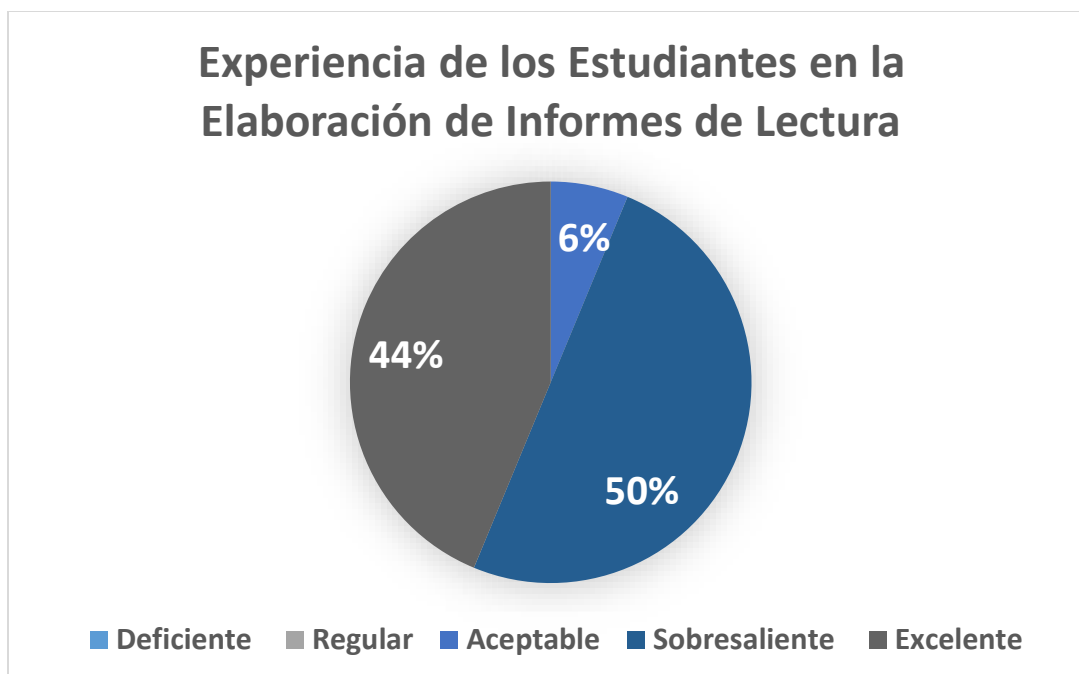


Figura 27. Experiencia de los estudiantes frente a la elaboración de Informes de Lectura.
Fuente: Autor

Los estudiantes resaltan que la elaboración de estos informes de lectura como herramienta de apoyo para el proceso de aprendizaje de la Física es destacada, debido a que el 94% de los estudiantes la valoran de manera satisfactoria en las escalas de sobresaliente y excelente, 50% sobresaliente y 44% excelente.

Los estudiantes manifiestan lo siguiente frente a los informes de lectura:

“Al principio fue un poco complicado, pero luego paso a paso nos dio fácilmente, se aprende bastante”. Estudiante 1.

“Excelente, nos ayudaba a entender un tema previo a la explicación teórica del tema”. Estudiante 2.

“Excelente, al realizar investigación teórica y luego hacer procesos en las clases debo leer y comprender para luego dar una explicación, te permite afianzar los temas” Estudiante 3.

- **Mapas conceptuales.**

La implementación de esta herramienta contribuye al proceso de aprendizaje de los fenómenos físicos a través del significado conceptual en la conformación de estructuras jerárquicas entre conceptos, palabras de enlace y su respectiva pregunta de enfoque que el mapa vaya a resolver. A continuación se muestra la valoración de los estudiantes de esta herramienta y su implementación en el aula de clase:

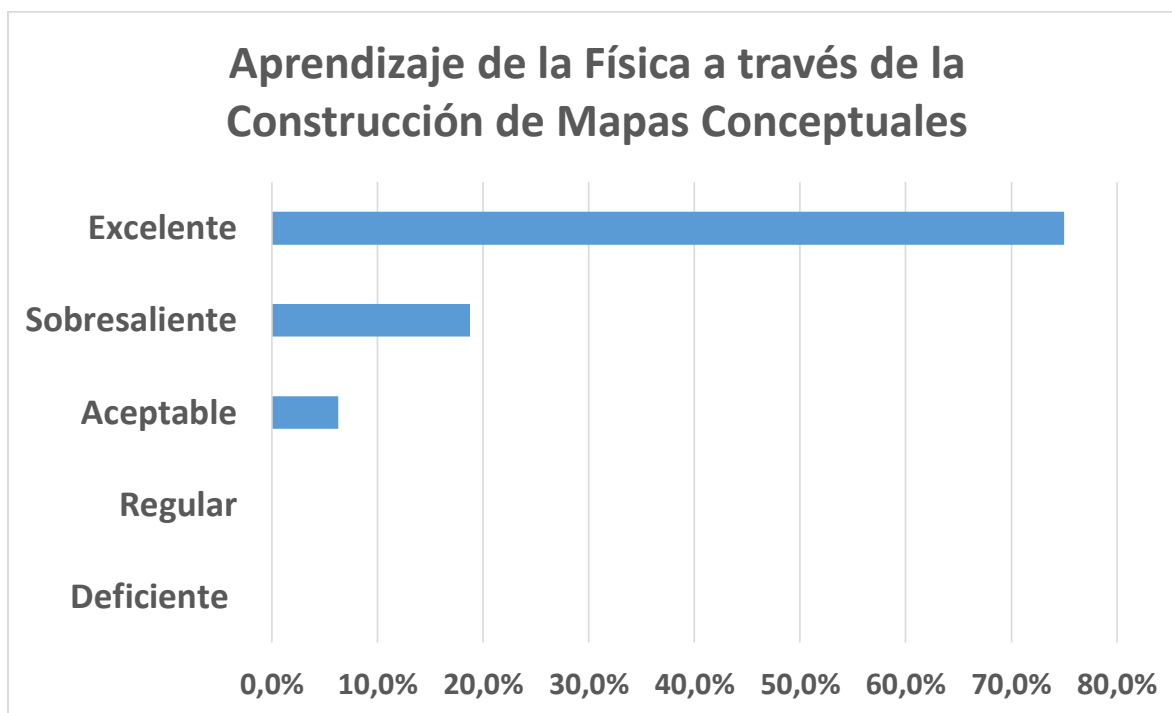


Figura 28. Valoración del proceso de aprendizaje con los Mapas Conceptuales. Fuente: Autor.

Los estudiantes resaltan que si experiencia ha sido satisfactoria interactuando con esta herramienta pedagógica, de cómo a partir de la construcción de proposiciones se logra la comprensión y aprendizaje de los fenómenos físicos, una herramienta donde se logra el aprendizaje a través del lenguaje.



Figura 29. Valoración de la identificación de proposiciones en los Mapas Conceptuales.
Fuente: Autor.

Se destaca de este proceso el enriquecimiento lingüístico por parte de los estudiantes, ya que esta herramienta busca de manera permanente los verbos como acciones, conceptos como elementos físicos fundamentales que logran conformar las proposiciones coherentes como propósito de la actividad. A mayor número de proposiciones coherentes, mayor evidencia del aprendizaje, y sin dejar de lado, el proceso adicional de acompañamiento y retroalimentación de la construcción del mapa como se muestra en la siguiente gráfica:

Valoración de la Retroalimentación y Trabajo Colaborativo en la construcción de MC

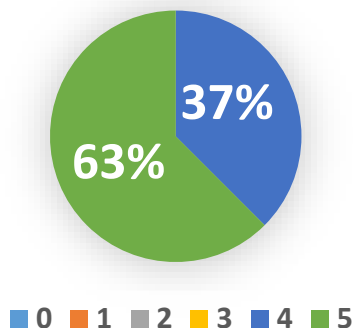


Figura 30. Valoración del trabajo en equipo y retroalimentación del proceso. Fuente: Autor.

El proceso de construcción de Mapas Conceptuales requiere de acompañamiento y orientación permanente a los estudiantes para identificar, observar, estructurar y definir sus conceptos, palabras de enlaces, estructura de la pregunta de enfoque, concepto base o principal, imágenes y aplicaciones, además de la estructura jerárquica que el estudiante implemente como representación de sus ideas. Este proceso fue valorado de manera exitosa por parte de los estudiantes donde es puntuada en la máxima calificación con un 63% y el 37% restante lo resalta como un proceso sobresaliente.

Los estudiantes manifiestan lo siguiente frente a los Mapas Conceptuales:

“Me pareció muy buena esa didáctica, aprendimos bastante de la explicación de compañeros y entendíamos y nos retroalimentábamos del tema” Estudiante 1.

“Me parece un gran mecanismo de aprendizaje gracias a las conexiones entre temas, podemos entenderlos mucho mejor” Estudiante 2.

“Aprendimos bastante de las proposiciones, los conceptos importantes de los fenómenos físicos” Estudiante 3.

- **Foro – Conversatorio Aplicaciones de la Física en la Ingeniería**

El desarrollo del foro-conversatorio acerca de la presencia y pertinencia de la Física y las ciencias naturales en general, ha permitido observar, identificar y generar asombro por los fenómenos científicos, frente a su participación y protagonismo en diversas aplicaciones en desarrollos científicos y tecnológicos a nivel mundial. Esta actividad tiene como propósito reflexionar frente a la importancia de la formación en ciencias básicas para los procesos profesionales que llevan a cabo los estudiantes, cautivar y generar detonantes de motivación para el estudio de las ciencias, además de apreciar los fenómenos físicos vistos en el curso que se encuentren presentes en las aplicaciones compartidas por medio de los videos documentales y artículos.

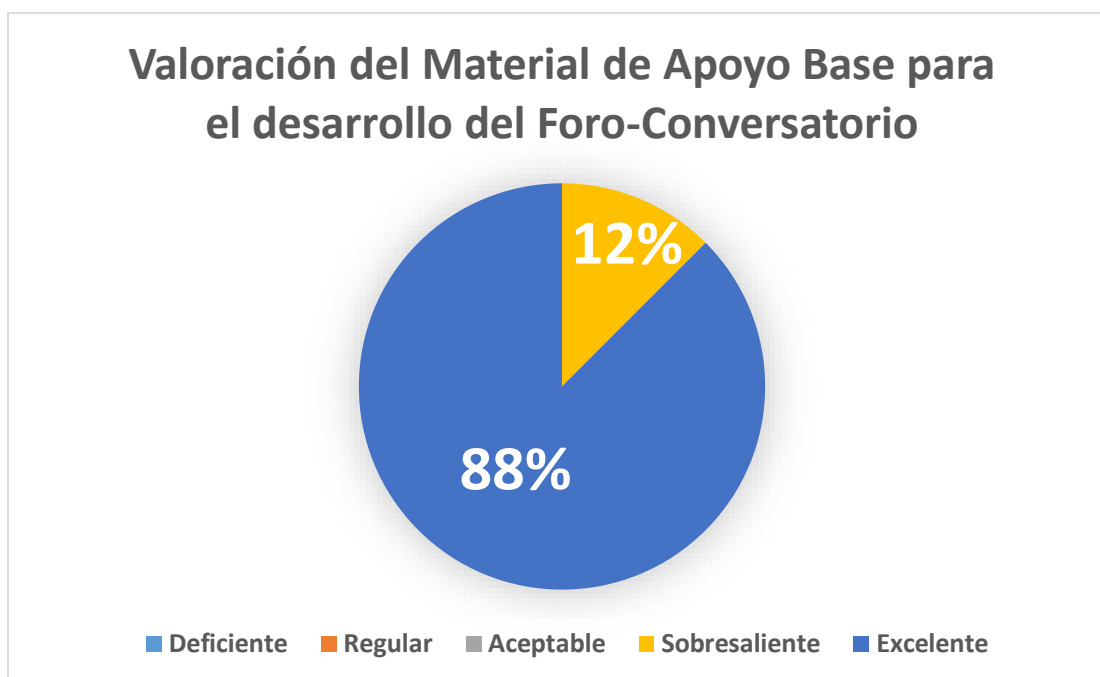


Figura 31. Valoración del material de apoyo para el desarrollo del foro-conversatorio.
Fuente: Autor.

El material de apoyo ofrecido a los estudiantes se caracteriza por ser de carácter aplicativo, realizando una recopilación de los videos documentales de la serie *Conexiones de la Ingeniería de National Geographic* y artículos de *Ámbitos de la Física en la Vida Cotidiana*. Este material de apoyo fue valorado de manera satisfactoria por los

estudiantes, alcanzado un 88% en la escala de excelente y un 12% restante en la escala de sobresaliente.

El desarrollo de esta actividad permite romper los esquemas tradicionales del aula de clase universitaria, debido a que estas se convierten en pausas que promueven la reflexión frente a la importancia de la Física y las demás áreas de las ciencias naturales cuando se quiere llevar a cabo el diseño y la construcción industrial, la toma de decisiones para la resolución de problemas, participación en procesos de investigación y generación de nuevo conocimiento en las áreas de ciencia y tecnología. A continuación se presenta en el siguiente gráfico la valoración del impacto generado en los estudiantes.

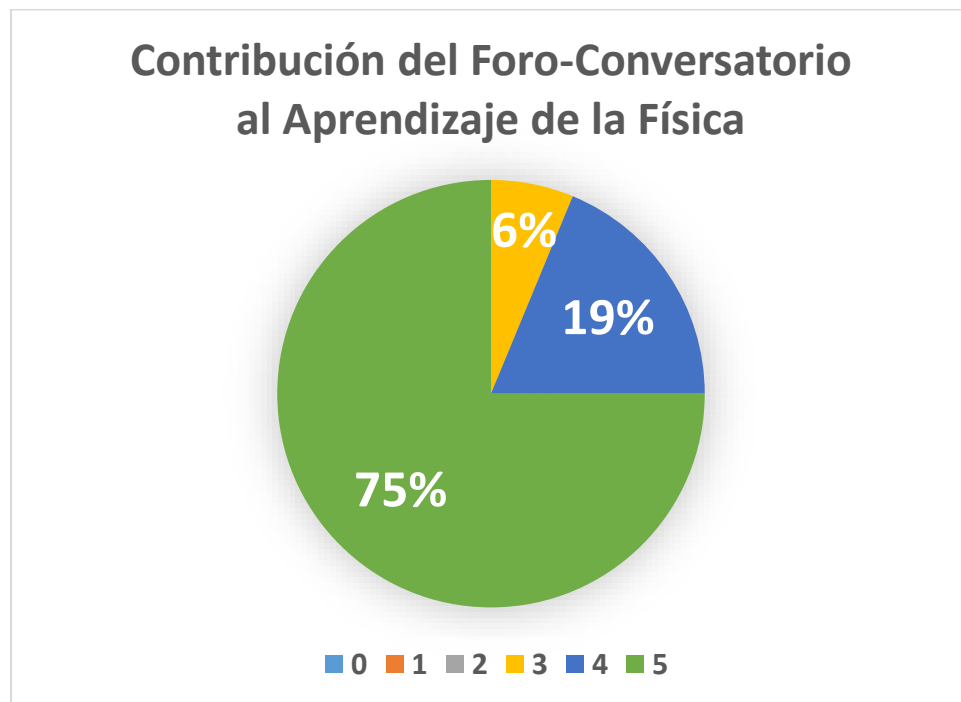


Figura 32. Valoración de la actividad de Foro-Convensorio de las aplicaciones de la ciencia. Fuente: Autor.

El foro-conversatorio llevado a cabo con los estudiantes, ha tenido una valoración satisfactoria donde el 75% de los estudiantes calificación de manera excelente, el 19% de manera sobresaliente y el 6% de manera aceptable. Esta actividad ha permitido observar las aplicaciones de las ciencias naturales, y hasta el momento, tener un

acercamiento a desarrollos científicos y tecnológicos donde los fenómenos mecánicos hacen presencia y permiten complementar los procesos de aprendizaje del curso.

Los estudiantes manifiestan lo siguiente frente al Foro-Conversatorio:

“Retroalimentativo, ya que aprendí conceptos que no sabía” Estudiante 1.

“Bueno, se generó discusión con respecto a ciertos temas aclarado entre docente y compañeros la solución a fenómenos físicos” Estudiante 2.

“Los fenómenos son de mucha ayuda ya que nos muestran los fenómenos en la vida cotidiana” Estudiante 3.

En el siguiente apartado se aprecia la valoración realizada por los estudiantes frente a las actividades implementadas en el área de aprendizaje por medio de la experimentación.

3.3.2. Valoración del aprendizaje de la Física a través de la experimentación

- **Actividad experimentales**

La experimentación en el aula de clase son una de las actividades fundamentales que se presenta en el proceso de aprendizaje de los fenómenos mecánicos, las experiencias desarrolladas fueron compartidas a través de guías didácticas que contienen la orientación necesaria para la construcción de las experiencias y la implementación de equipos, instrumentos, herramientas e insumos requeridos para la puesta a punto de las actividades. Frente a esta material brindado a los estudiantes se resalta lo siguiente:

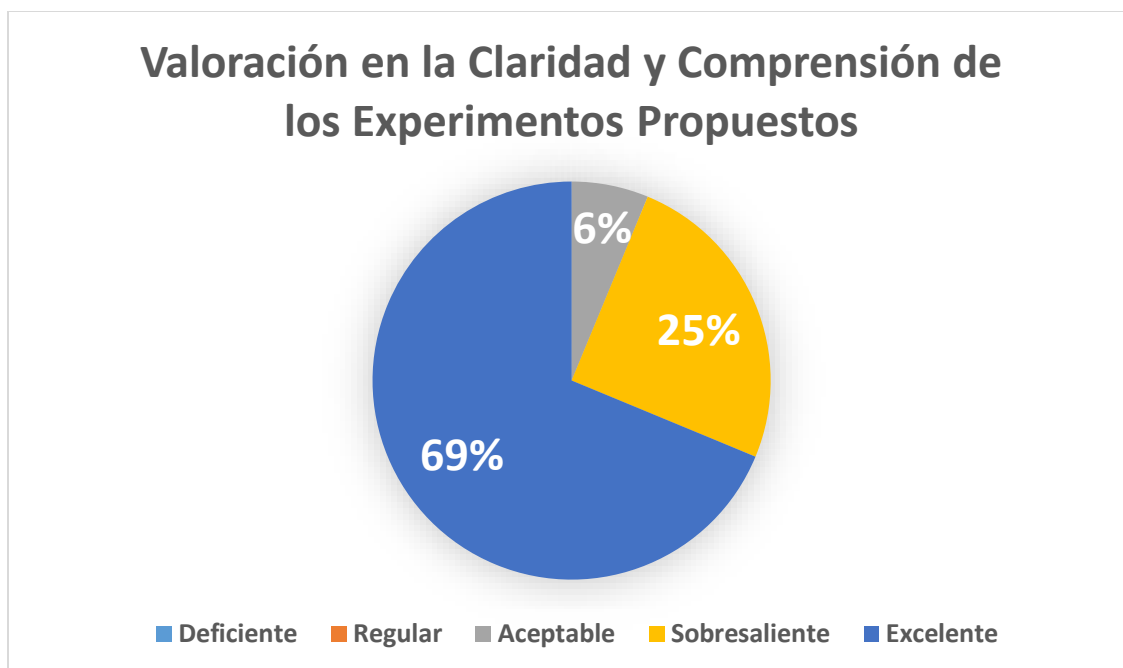


Figura 33. Valoración de los experimentos propuestos en las guías didácticas. Fuente: Autor.

La valoración realizada por los estudiantes frente al contenido de la guía didáctica ofrecida es satisfactoria, los estudiantes manifiestan que la claridad y comprensión de las actividades experimentales son excelentes en un 69%, el 25% de los estudiantes las valora como sobresalientes y el 6% menciona que son aceptables. Esto evidencia la asertividad en la planificación y puesta a punto de las experiencias, además de la acogida por parte de los estudiantes. También los estudiantes destacan la disposición de los materiales necesarios de las prácticas.

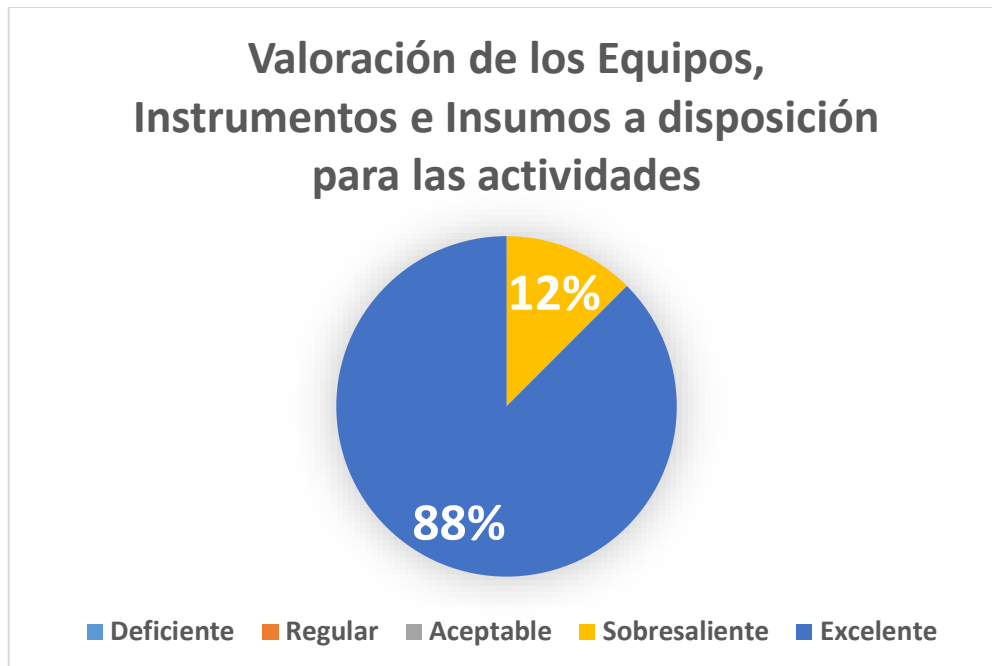


Figura 34. Valoración de los materiales a disposición de las actividades experimentales. Fuente: Autor.

El 88% de los estudiantes manifiestan que fue excelente la disposición de los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades experimentales y el 12% los valora de manera sobresaliente. Es necesario seguir en la consolidación de nuevas experiencias que permitan seguir estudiando y aplicando los fenómenos mecánicos.

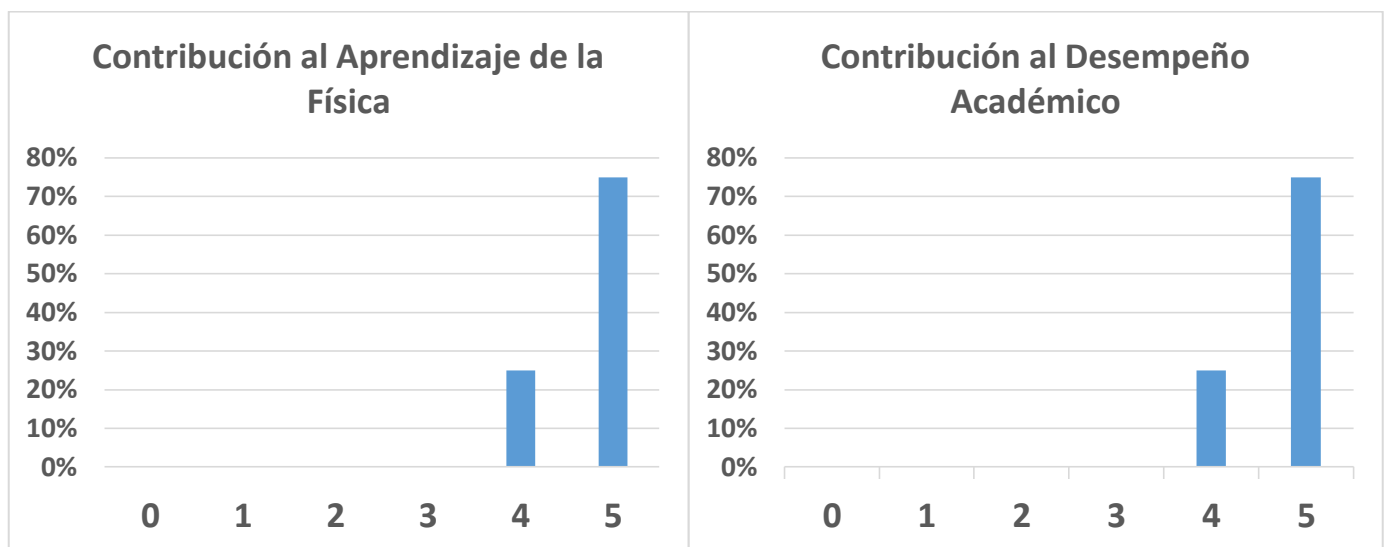


Figura 35. Contribución de las actividades experimentales al aprendizaje y al desempeño académico. Fuente: Autor.

Los estudiantes manifiestan en igual valoración que las actividades experimentales les han permitido alcanzar mayor comprensión de los fenómenos mecánicos de estudio, y eso se refleja en el desempeño académico de los estudiantes en el resto de las actividades implementadas, evidenciando apropiación, trabajo colaborativo como gesto de apoyo y solidaridad académica, asertividad, seguridad y autonomía de trabajo frente a los desarrollos y las ejecuciones realizadas en los retos presentados en el curso.

Los estudiantes manifiestan lo siguiente frente a las actividades experimentales:

“Nos ayudo a afianzar mas conocimientos ya que eran trabajos grupales” Estudiante 1.

“Me parecen super excelente, promueve trabajo en equipo desarrollo de habilidades comunicativas y un arduo aprendizaje” Estudiante 2.

“Me gusto bastante, porque pude aprender sobre los diferentes fenómenos físicos más fácil, el paso a paso que lleva cada experimento” Estudiante 3.

- **Actividades de simulación**

La implementación de entornos digitales de simulación, ha permitido contribuir a la comprensión y aprendizaje de los fenómenos mecánicos a través de la visualización e interacción de las variables físicas presentes en las diversas experiencias digitales compartidas. A través de la plataforma de simulación PhET caracterizada por ser de acceso libre y gratuito, se promueve el trabajo colaborativo entre los estudiantes, logrando una interacción permanente entre ellos cuestionando, aplicando y analizando el comportamiento de los fenómenos en cada situación presentada.

Valoración de las Actividades de Simulación Propuestas para el Aprendizaje de la Física

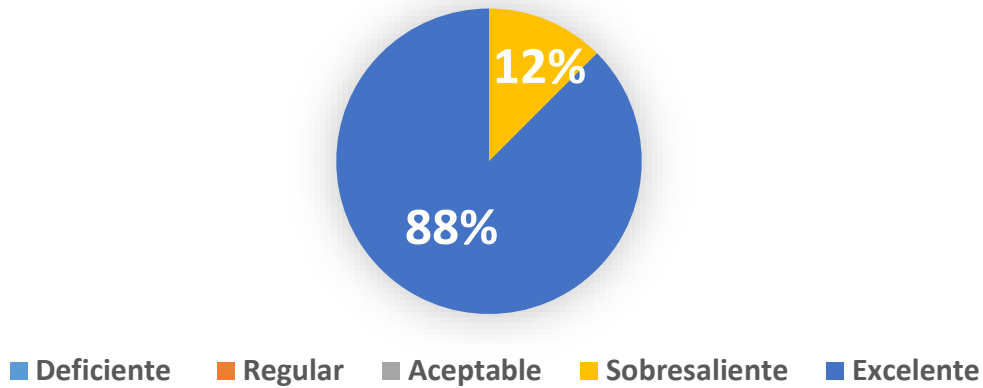
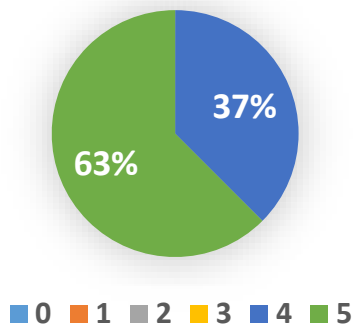


Figura 36. Valoración de las simulaciones propuestas por parte de los estudiantes.
Fuente: Autor.

La puesta a punto de las actividades de simulación ha generado un impacto positivo en el proceso de aprendizaje de los fenómenos mecánicos, el 88% de los estudiantes valoran que las actividades de simulación son excelentes y el 12 % restante lo valora de manera sobresaliente. Esto se debe a la transformación del aula de clase donde los estudiantes son los protagonistas del proceso de aprendizaje, comparten y construyen de manera colectiva los conceptos de estudio en las animaciones, de la mano con la orientación del docente propiciando espacios para la generación de preguntas, intercambio de la narrativa y del tablero.

Valoración de la Interacción de los Fenómenos Físicos en el Entorno de Simulación



Contribución de las Simulaciones al Aprendizaje de la Física

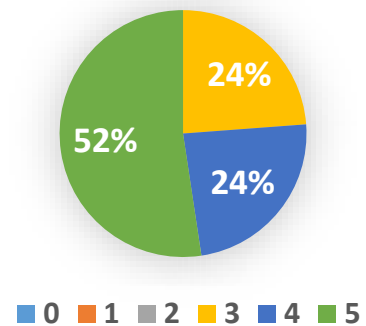


Figura 37. Impacto de las actividades de simulación en el proceso de aprendizaje de la Física. Fuente: Autor.

Los estudiantes resaltan en la implementación de actividades de simulación la capacidad de interactuar y observar el comportamiento de los fenómenos físicos como complemento a las diversas actividades que fueron compartidos en el proceso de metodológico, logrando generar un impacto positivo para sus procesos de aprendizaje. El 52% de los estudiantes valora en la escala de cinco (5) de mayor satisfacción su contribución al aprendizaje de la física, seguido de dos grupos cada uno del 24% en las dos escalas de satisfacción siguientes cuatro (4) y tres (3).

Los estudiantes manifiestan lo siguiente frente a las actividades de simulación:

“Muy buena y ayuda a aclarar más las dudas y observar mejor los experimentos propuestos” Estudiante 1.

“son experiencias muy gratificantes, porque aprendemos de diferentes maneras, y podemos comprender más fácil los conceptos” Estudiante 2.

“Muy satisfactoria por que podíamos analizar diferentes variables y comprender dependiendo los resultados q´ impacto tenía o como se daba dicho fenómeno” Estudiante 3.

Como complemento a las actividades de experimentación, se presenta a continuación la valoración de los estudiantes del proceso de construcción de proyectos finales de curso, como propuesta para la creación, aplicación y apropiación de los fenómenos físicos de estudio.

- **Proyecto Final de Curso**

El desarrollo y la socialización del proyecto final de curso, pone en evidencia el análisis y la aplicación de los fenómenos físicos, además de la creatividad para la construcción, el desarrollo y presentación del proyecto. En esta actividad los estudiantes profundizan frente a la presencia y aplicación de los fenómenos en el área de su ejercicio profesional, en esta oportunidad se hizo el acercamiento a las áreas de construcción, procesos industriales y seguridad ocupacional.

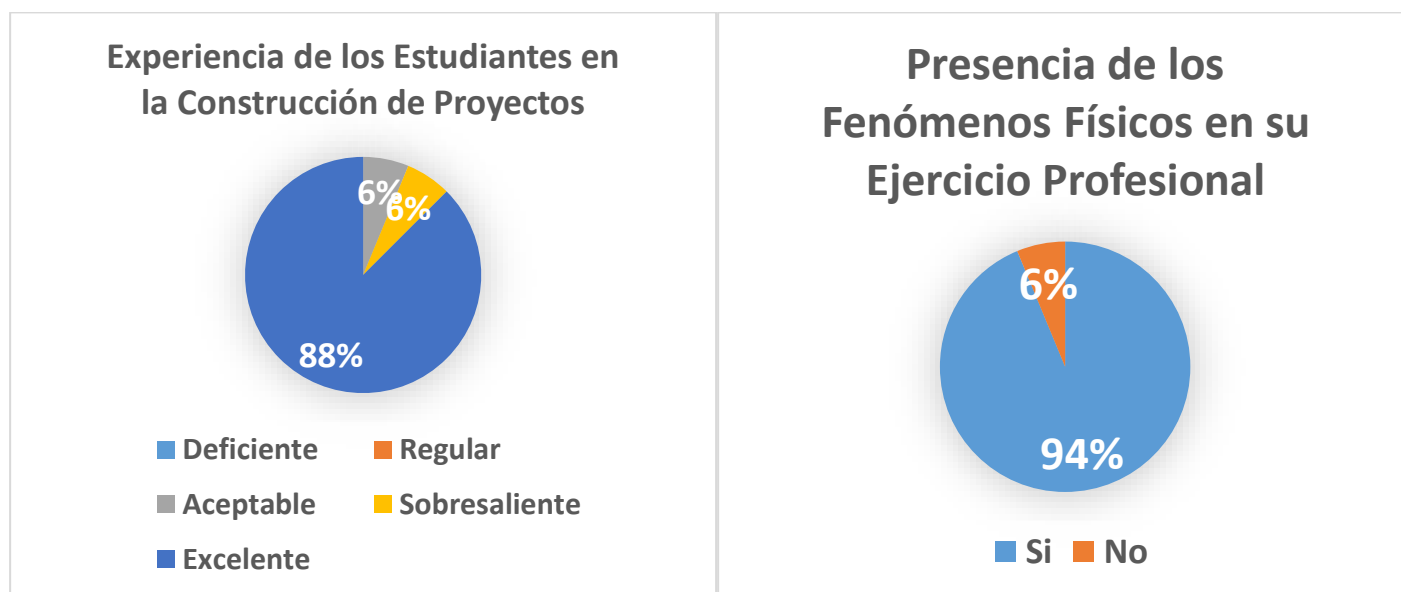


Figura 38. Impacto del desarrollo de proyectos en el proceso formativo de los estudiantes. Fuente: Autor.

Los estudiantes destacan de manera excelente en un 88%, que la actividad de proyecto final de curso es una experiencia excelente, la cual es reflejada en la construcción, estudio y apropiación del tema, consulta frente a la presencia en las diferentes áreas de la ingeniería, además del intercambio permanente entre los estudiantes en sus grupos de trabajo, como muestra de interacción conceptual de los fenómenos, e intercambio de la narrativa.

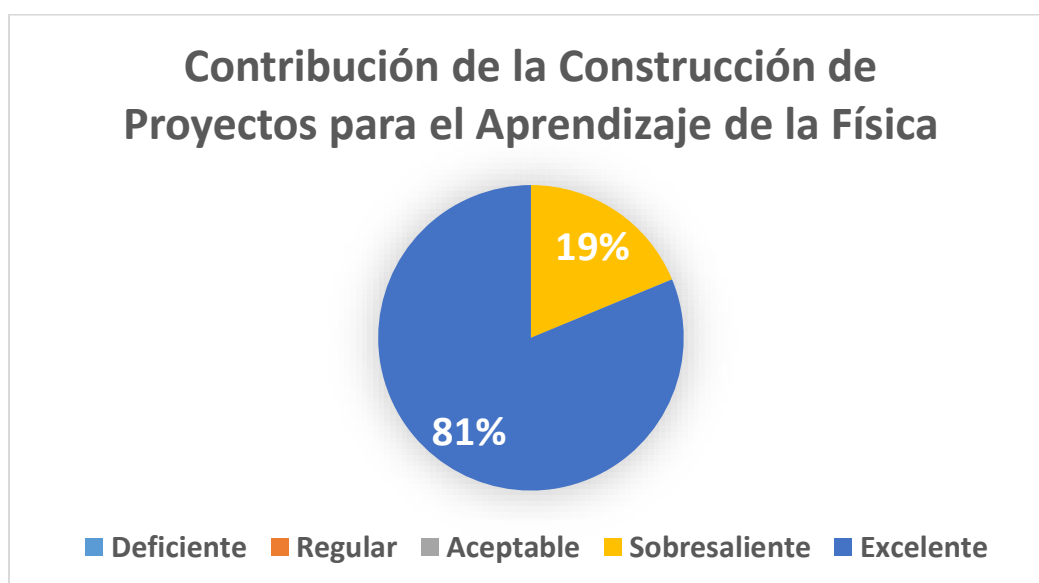


Figura 39. Contribución de la construcción de proyectos para el aprendizaje de la Física.
Fuente: Autor.

Los estudiantes manifiestan que esta actividad desarrollada a lo largo del curso, ha sido satisfactoria frente a la contribución al estudio y aprendizaje de los fenómenos físicos propuestos. El 81% de los estudiantes valora de manera excelente dicha contribución al aprendizaje y el 19% restante la valora de manera sobresaliente.

En el **anexo 3. Instrumentos de recolección de Información – Encuestas**, se encuentra la evidencia de dicho instrumento diligenciado por los estudiantes. En el siguiente apartado se presenta la consolidación de resultados finales frente a los niveles de aplicación y análisis de los fenómenos físicos de interés, además de la presentación de distribuciones de probabilidad que permitan tener un primer acercamiento y estimación acerca del impacto de esta Material Potencialmente Significativo en el aprendizaje y transformación de saberes de los estudiantes.

3.3.3. Análisis de los niveles de aprendizaje adquiridos por los estudiantes en el proceso de estudio de los fenómenos físicos.

Para esta etapa final de intervención, consolidando los resultados del proceso en el aula de clase, comienza conociendo y aplicando una herramienta pedagógica que permite definir los objetivos educativos que el docente desea alcanzar con los estudiantes. Esta herramienta se conoce como la *Taxonomía de Bloom* y permite clasificar los niveles de conocimiento adquirido por los estudiantes en el proceso de enseñanza – aprendizaje implementado desde una mirada cognitiva (Bloom, 1956).

La *Taxonomía de Bloom* es una estructura jerárquica que comienza en su base con elementos pedagógicos sencillos, hasta llegar de una manera secuencial y ascendente a niveles superiores que evidencian las capacidades adquiridas y la profundidad de los conocimientos obtenidos en el proceso formativo. Esta pirámide que ilustra la *Taxonomía de Bloom* permite orientar la labor docente y definir objetivos educacionales como logro a alcanzar en el aula de clase, el docente puede hacer la pregunta ***¿cuál es el nivel de aprendizaje que el docente quiere lograr con sus estudiantes en el proceso de estudio de las ciencias?***

Pregunta orientadora

¿Cuál es el nivel de aprendizaje que el docente quiere lograr con sus estudiantes en el proceso de estudio de las ciencias?



Figura 40. Pirámide de la Taxonomía de Bloom. Fuente: Calvo, 2015.

Frente a esta estructura jerárquica de niveles educativos, este trabajo presenta la aplicación de sus niveles, inicialmente desde la primera etapa del trabajo conociendo los conocimientos previos – subsumidores analizando el diagnóstico de entrada haciendo énfasis en los niveles de *recordar* y *comprender*. Luego de haber realizado la intervención con los estudiantes presentando el material potencialmente significativo se quiere tener el acercamiento y estimación del impacto de dicho material a la transformación de los saberes previos del estudiante. Resolviendo a la pregunta orientadora de la pirámide y realizando las actividades finales del proceso en el examen final del curso de Física del Movimiento, se quiere conocer los niveles a *aplicación* y *análisis* de los fenómenos físicos de Movimiento Rectilíneo.

A partir de las respuestas a las actividades finales que abarcan los conceptos fundamentales que componen el Movimiento Rectilíneo, se realiza la valoración del desempeño obtenido frente a los casos de estudio propuestos, logrando clasificar su

nivel de aprendizaje en tres escalas, ellas son: **0 - Aún no logra aplicar y analizar el concepto**, **1 - Sólo aplica el concepto**, y **2 - Aplica y analiza el concepto**.

Frente a esta valoración se presenta el consolidado final con su respectivo gráfico de estos niveles de aprendizaje alcanzado para cada concepto físico.

Recuento Concepto 1				Recuento Concepto 2			
Rapidez	Valoración	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Desplazamiento	Valoración	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
	0 - Aún no logra aplicar y analizar el concepto	1	5%		0 - Aún no logra aplicar y analizar el concepto	2	10%
	1- Sólo aplica el concepto	12	60%		1- Sólo aplica el concepto	10	50%
	2- Aplica y analiza el concepto	7	35%		2- Aplica y analiza el concepto	8	40%
	Totales	20	100%		Totales	20	100%
Recuento Concepto 3				Recuento Concepto 4			
Velocidad	Valoración	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Aceleración	Valoración	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
	0 - Aún no logra aplicar y analizar el concepto	3	15%		0 - Aún no logra aplicar y analizar el concepto	5	25%
	1- Sólo aplica el concepto	11	55%		1- Sólo aplica el concepto	13	65%
	2- Aplica y analiza el concepto	6	30%		2- Aplica y analiza el concepto	2	10%
	Totales	20	100%		Totales	20	100%

Recuento Concepto 5			
MRUA	Valoración	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
	0 - Aún no logra aplicar y analizar el concepto	1	5%
	1- Sólo aplica el concepto	1	5%
	2- Aplica y analiza el concepto	18	90%
	Totales	20	100%

Tabla 10. Valoración final de los niveles de aprendizdos en los conceptos de Física.
Fuente: Autor.



Figura 41. Gráfico de consolidación de niveles de aprendizaje de los estudiantes.
Fuente: Autor.

De esta gráfico se logra leer los siguientes elementos:

- Se resalta de estos resultados finales que la *no aplicación y no análisis* de los fenómenos físicos del movimiento rectilíneo, representan el menor porcentaje de cada uno de los consolidados. Esto significa un resultado positivo para el proceso formativo debido a que la mayoría de los estudiantes participantes del curso logran alcanzar los niveles de aplicación o análisis de los fenómenos.
- Se destaca el desempeño obtenido de los estudiantes alcanzando niveles de aplicación entre el 50% y 65% de los fenómenos de rapidez, desplazamiento, velocidad y aceleración. Además, es significativo que el 90% de los estudiantes logra aplicar y analizar el fenómeno físico de Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado.
- Realizando una valoración final del proceso a partir de los porcentajes consolidados de acuerdo a los niveles de aprendizaje y las categorías generadas, se logra concluir del grupo de estudiantes que el 12% no alcanza a aplicar y analizar los conceptos queda en escala de recordar y comprender, el 47% los aplica y el 41% aplica y analiza los conceptos, esto en las actividades de estudio de caso propuestas en la recta final de curso.
- Es necesario reflexionar, retroalimentar y continuar en la construcción permanente de actividades propuestas dentro de las guías didácticas que conforman el Material Potencialmente Significativo y acompañamiento pedagógico del curso, con el propósito de fortalecer los conceptos físicos y alcanzar en mayor porcentaje los niveles de aprendizaje de aplicación y análisis.

Este trabajo contempla las posibilidades de explorar los otros niveles mayores de aprendizaje, restantes de la cúspide de la pirámide de la *Taxonomía de Bloom*. El nivel de *evaluación* e implementa en las pruebas individuales donde los estudiantes observan, verifican y proponen ya sea correcciones o nuevas soluciones que sean alternativas a desarrollos previamente propuestos en las pruebas en ejercicios de aplicación, allí los

estudiantes evidencian ponen a prueba su fortaleza conceptual para valorar planteamientos modelados. Otra de las actividades elaboradas en las pruebas individuales es la observación, identificación y escritura de proposiciones en mapas conceptuales que ya se encuentran elaborados y son presentados por el docente, esto permite cambiar las dinámicas de aprendizaje de los estudiantes a través del lenguaje, debido a que los estudiantes deben tener presente los elementos fundamentales que constituyen los mapas conceptuales y poner en práctica la experiencia de las actividades realizadas en las anteriores oportunidades frente a la construcción propia de sus mapas conceptuales.

En el máximo nivel de *creación*, los estudiantes se acercan a través de la consolidación de los proyectos finales de curso, donde ellos recopilan todos sus conocimientos y habilidades para la construcción de experiencias prácticas a través de la implementación de herramientas, equipos, insumos e instrumentos, donde pongan en práctica los conceptos obtenidos a lo largo de la intervención. Siendo así, se hace un recuento de la aplicación de la *Taxonomía de Bloom* en este trabajo de aula presentado en el siguiente gráfico:

Aplicación de la Taxonomía de Bloom para el Aprendizaje de la Física

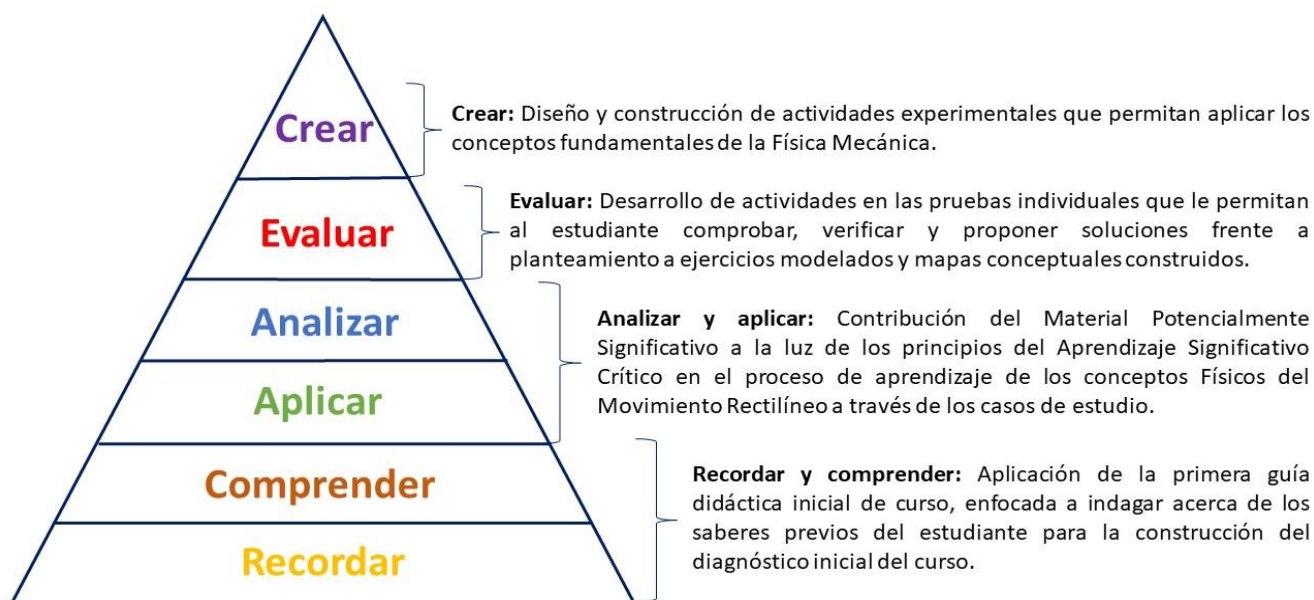


Figura 42. Aplicación de la Taxonomía de Bloom para el aprendizaje de la Física Mecánica. Fuente: Autor.

Como propuesta de acercamiento al impacto del material potencialmente significativo en el proceso de aprendizaje de la Física, se lleva a cabo una distribución de probabilidad para cada uno de los conceptos fundamentales que se encuentran presentes en el fenómeno de Movimiento Rectilíneo. Estas distribuciones permiten tener una primera estimación acerca de qué proporción de los estudiantes luego de ser intervenidos en el curso y haber participado en el proceso de transformación cognitiva de sus saberes previos alcanzan otros niveles superiores de aprendizaje. A continuación se presentan las distribuciones de probabilidad de cada concepto físico, estas contienen la variable aleatoria que es el *nivel de aprendizaje adquirido* en función del número de estudiantes que cumpla de manera correspondiente con cada nivel de aprendizaje como *distribución de frecuencia*.

Distribución de Probabilidad - Concepto Rapidez				
Variable Aleatoria - Escala de nivel de aprendizaje				
	No aplica y por ende tampoco analizar el concepto	Sólo aplica el concepto	Logran aplicar y analizar el concepto	Total
Distribución de frecuencia del número de estudiantes partícipes del curso y su respectivo nivel alcanzado	1	12	7	20

Distribución de Probabilidad Concepto Desplazamiento				
Variable Aleatoria - Escala de nivel de aprendizaje				
	No aplica y por ende tampoco analizar el concepto	Sólo aplica el concepto	Logran aplicar y analizar el concepto	Total
Distribución de frecuencia del número de estudiantes partícipes del curso y su respectivo nivel alcanzado	2	10	8	20

Distribución de Probabilidad Concepto Velocidad				
Variable Aleatoria - Escala de nivel de aprendizaje				
	No aplica y por ende tampoco analizar el concepto	Sólo aplica el concepto	Logran aplicar y analizar el concepto	Total
Distribución de frecuencia del número de estudiantes partícipes del curso y su respectivo nivel alcanzado	3	11	6	20

Distribución de Probabilidad Concepto Aceleración				
Variable Aleatoria - Escala de nivel de aprendizaje				
	No aplica y por ende tampoco analizar el concepto	Sólo aplica el concepto	Logran aplicar y analizar el concepto	Total
Distribución de frecuencia del número de estudiantes partícipes del curso y su respectivo nivel alcanzado	5	13	2	20

Distribución de Probabilidad Concepto MRUA				
Variable Aleatoria - Escala de nivel de aprendizaje				
	No aplica y por ende tampoco analizar el concepto	Sólo aplica el concepto	Logran aplicar y analizar el concepto	Total
Distribución de frecuencia del número de estudiantes partícipes del curso y su respectivo nivel alcanzado	1	1	18	20

**Tabla 11. Distribuciones de probabilidad y sus variables para cada concepto físico.
Fuente: Autor.**

El propósito de desarrollar las distribuciones de probabilidad son para responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué probabilidad tienen los estudiantes participantes del Curso Especial de Física del Movimiento de alcanzar niveles de aplicación y análisis de los fenómenos de Movimiento Rectilíneo?
- ¿Qué probabilidad tienen los estudiantes participantes del Curso Especial de Física del Movimiento de sólo alcanzar a aplicar los fenómenos de Movimiento Rectilíneo?
- ¿Qué probabilidad tienen los estudiantes participantes del Curso Especial de Física del Movimiento de no alcanzar a aplicar y analizar los fenómenos de Movimiento Rectilíneo?

Para ello es necesario aplicar la definición y concepto de probabilidad para las distribuciones presentadas.

$$P = \frac{\text{Número de Casos Favorables}}{\text{Número de Casos Totales}}$$

Conociendo que P significa: Probabilidad del caso de interés.

Sabiendo que su resultado se encuentra en el siguiente intervalo:

$$0 \leq P \leq 1, \text{ equivalente en porcentaje a } 0.0\% \leq P \leq 100.0\%$$

A continuación se presentan los resultados de las probabilidades:

¿Qué probabilidad tienen los estudiantes participantes del Curso Especial de Física del Movimiento de alcanzar niveles de aplicación y análisis de los fenómenos de Movimiento Rectilíneo?				
Concepto 1 Rapidez	Concepto 2 Desplazamiento	Concepto 3 Velocidad	Concepto 4 Aceleración	Concepto 5 MRUA
35%	40%	30%	10%	90%

¿Qué probabilidad tienen los estudiantes participantes del Curso Especial de Física del Movimiento de sólo alcanzar a aplicar los fenómenos de Movimiento Rectilíneo?				
Concepto 1 Rapidez	Concepto 2 Desplazamiento	Concepto 3 Velocidad	Concepto 4 Aceleración	Concepto 5 MRUA
60%	50%	55%	65%	5%

¿Qué probabilidad tienen los estudiantes participantes del Curso Especial de Física del Movimiento de no alcanzar a aplicar y analizar los fenómenos de Movimiento Rectilíneo?				
Concepto 1 Rapidez	Concepto 2 Desplazamiento	Concepto 3 Velocidad	Concepto 4 Aceleración	Concepto 5 MRUA
5%	10%	15%	25%	5%

Tabla 12. Probabilidades obtenidas frente al nivel de aprendizaje obtenido por los estudiantes. Fuente: Autor.

De estos resultados probabilísticos se logra describir que:

- Las probabilidades de que los estudiantes no alcancen niveles de aplicación y análisis supera como máximo el 25% en el concepto físico de aceleración, en los demás conceptos como la velocidad es del 15%, en el concepto de desplazamiento es del 10%, y finalmente en los conceptos de rapidez y del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado es de sólo el 5%. Estos resultados se caracterizan por ser porcentajes bajos, logrando evidenciar la alta concentración de probabilidad en los niveles superiores de aprendizaje.
- Las probabilidades más altas se encuentran en la escala de aprendizaje donde los estudiantes alcanzan la aplicación de los fenómenos físicos del movimiento rectilíneo, dichas probabilidades se encuentran entre el 50% y 65% para los conceptos físicos de rapidez, desplazamiento, velocidad y aceleración, a excepción de un 5% de probabilidad para el concepto de MRUA donde los estudiantes alcanzan mayores niveles de aprendizaje.
- Las probabilidades que tienen los estudiantes de alcanzar el mayor nivel de aprendizaje propuesto correspondiente a la aplicación y análisis de los fenómenos físicos se encuentran entre el 30% y 40%, resaltando que el 90% de los estudiantes logra dicho nivel de aprendizaje para el concepto de MRUA.

Como etapa final de estos resultados se presentan las cifras de aprobación, deserción y pérdida del Curso Especial de Física del Movimiento, el cual fue intervenido a través del Material Potencialmente Significativo diseñado e implementado en el aula de clase a la luz de los principios del Aprendizaje Significativo Crítico.

Porcentaje de Deserción Estudiantil:
Estudiantes que **cancelan** la asignatura:

9%

Porcentaje de Deserción Estudiantil:
Estudiantes que **reprueban** la asignatura:

9%

Porcentaje de Aprobación:
Estudiantes que **aprueba** la asignatura:

82%

Figura 43. Porcentajes globales de aprobación, deserción y pérdida del curso. Fuente: Autor.

Como resultados globales del proceso de enseñanza-aprendizaje de los fenómenos físicos en el aula de clase universitaria, se presenta el porcentaje de éxito del curso correspondiente al 82%, un 9% representa a los estudiantes que desertaron realizando la cancelación del curso, y el 9% restante reprueba la asignatura por bajo rendimiento académico. Estas cifras obtenidas son la consecuencia de un proceso pedagógico destacado que impacta los efectos los efectos negativos de la deserción estudiantil universitaria en comparación con el aula de clase tradicional donde los índices de deserción son más elevados.

En este proceso formativo se resaltan las capacidades, valores y conocimientos adquiridos por parte de los estudiantes como muestra de perseverancia, compromiso, dedicación, y entrega a este proceso de construcción académica y humana, es por esto

que se realiza una valoración cualitativa del desempeño final de los estudiantes aflorando muchas de sus capacidades positivas en el transcurso del proceso, a continuación se presenta el consolidado final:

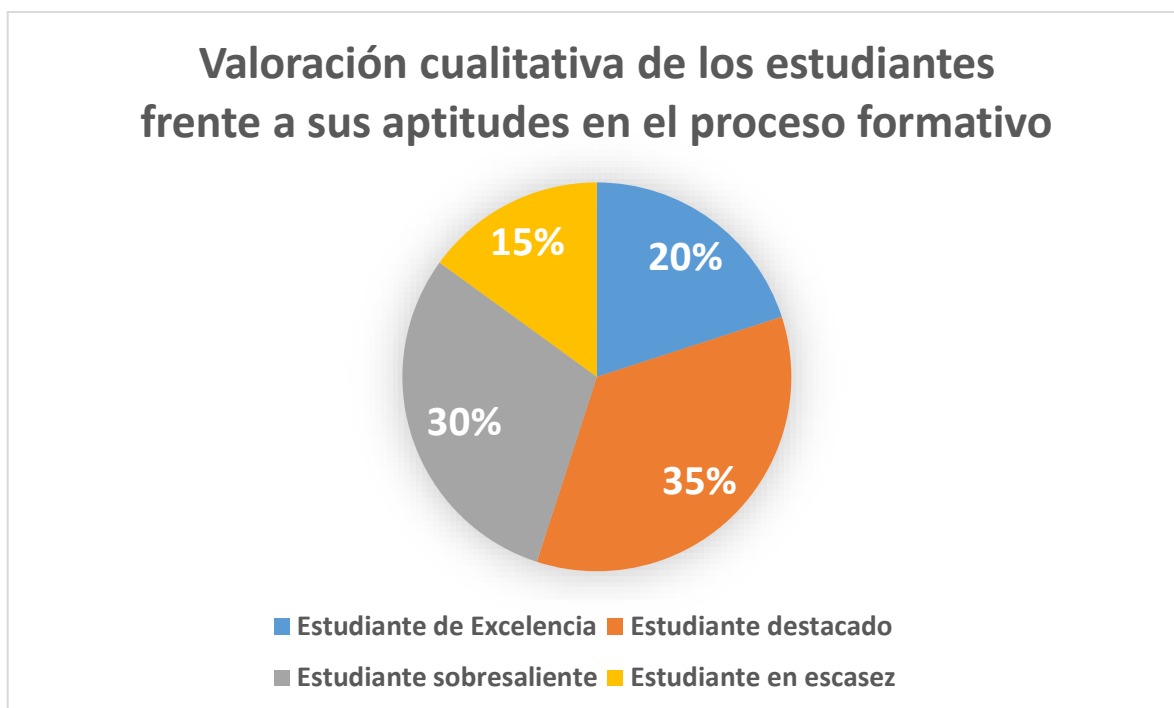


Figura 44. Valoración cualitativa final de los estudiantes. Fuente: Autor.

Estudiante de excelencia. Posee claridad conceptual con los fenómenos, además de habilidades como para ser futuro estudiante monitor. Su desempeño académico es excelente.

Estudiante destacado. Comprende los fenómenos físicos, posee cualidades positivas y logra un desempeño académico bueno.

Estudiante sobresaliente. Comprometido con su proceso de aprendizaje, estudia y cumple con las actividades propuestas, busca romper sus limitaciones para superarse.

Estudiantes en escasez. Se presentan vacíos conceptuales, presentan intermitencia en la asistencia al curso y su desempeño es regular. Para estos estudiantes se brinda el proceso de acompañamiento de psicopedagógico frente a las necesidades especiales que ellos presenten, contando con el apoyo de los profesionales que lideran este servicio

de bienestar académico en el Aula Taller de Ciencias del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.

Como cierre de la sistematización de esta intervención frente a la implementación de Material Potencialmente Significativo para el aprendizaje de la Física, en el siguiente apartado presentamos las conclusiones, reflexiones y perspectivas del trabajo frente al impacto en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y sus efectos en la deserción estudiantil.

3.4. Conclusiones y reflexiones

- El Material Potencialmente Significativo implementado y las dinámicas metodológicas aplicadas con los estudiantes, permiten la transformación de las prácticas educativas universitarias alcanzando resultados satisfactorios en el proceso de aprendizaje, comprendiendo los conceptos físicos de desplazamiento, rapidez, velocidad, aceleración y movimiento acelerado. Este resultado se ve reflejado en los porcentajes alcanzados por los estudiantes en los niveles de conocimientos adquiridos de acuerdo a la Taxonomía de Bloom en la escala de aplicación y análisis, además de la aplicación de actividades de evaluación y creación, porcentajes que son destacados frente a los niveles diagnosticados en la etapa inicial de los subsunsores donde los estudiantes sólo recordaban y comprendían los fenómenos (ver figura 11 y 42).
- El desarrollo y la puesta a punto del Material Potencialmente Significativo impacta de manera positiva en la deserción estudiantil, debido a que se adquieren un desempeño académico satisfactorio con la aprobación del 82% de los estudiantes matriculados, el 9% reprueba, y el 9% restante deserta (ver figura 44). Estos resultados de aprobación se consolidan por medio del proceso metodológico de enseñanza y aprendizaje construido, donde los estudiantes son los protagonistas en la diversidad de actividades realizadas que fueron propuestas dentro del Material Potencialmente Significativo, lo cual impacta en la disminución de las

cifras de deserción estudiantil por bajo rendimiento académico. Esto se convierte en un indicador referente en el desarrollo de buenas prácticas para la calidad académica y permanencia de los estudiantes en sus programas profesionales.

- La transformación pedagógica y metodológica de la prácticas educativas universitarias permite alcanzar mayores probabilidades de adquirir conocimientos en niveles superiores de sólo recordar y comprender (ver tabla 11), como fue en este caso donde los estudiantes adquieren niveles para la aplicación y el análisis de los fenómenos físicos, además de potencializar habilidades para evaluar e incluso para crear. Estas dinámicas de aprendizaje permiten afianzar los conceptos físicos presentes en el movimiento rectilíneo, alcanzando mayores probabilidades de aprendizaje de los fenómenos físicos a través de los significados y la interacción permanente en actividades de experimentación.
- La promoción de hábitos de lectoescritura, la construcción y evaluación de mapas conceptuales y la generación de espacios para la socialización de los fenómenos físicos y su pertinencia en los ámbitos profesionales, ha permitido adquirir los conocimientos de la Física a través del lenguaje, los significados y conciencia semántica. Allí los estudiantes conocen y analizan en sus reportes personales los significados de los conceptos de estudio a partir de la interpretación de símbolos, diagramas, modelación matemática, apreciación de aplicaciones científicas y tecnológicas, además de la elaboración de proposiciones como estrategia conceptual. El desarrollo de estas actividades enriquecen la lingüística y fortalecen las capacidades de comprensión lectora del estudiante, y contribuye a la formación de una mejor ortografía, por esto los estudiantes acogen dicha actividades de manera satisfactoria y valorando una contribución positiva en su proceso de aprendizaje. De manera complementaria la construcción y desarrollo permanente de actividades experimentales, la interacción con entornos digitales de simulación, además del desarrollo de proyectos finales de curso de la mano con el acompañamiento académico y trabajo colaborativo entre estudiantes, permite la adquisición de los conocimientos de los fenómenos físicos adoptando

posturas activas para el aprendizaje, las cuales son acogidas de manera satisfactoria por los estudiantes (ver figuras 27-34).

- El Material Potencialmente Significativo brindado a los estudiantes en su proceso de aprendizaje tuvo una acogida especial en la práctica educativa llevada a cabo en el aula de clase, esto se evidencia con la valoración realizada por los estudiantes por medio de los instrumentos cualitativos de recolección de información como lo es la encuesta de satisfacción donde se califica de manera sobresaliente las actividades didácticas implementadas, tales como informes de lectura, construcción de mapas conceptuales, socialización en el foro – conversatorio, actividades experimentales y de simulación, además del desarrollo del proyecto final (ver figura 36-40). Como resultado de esta intervención, los estudiantes adquieren nuevas herramientas académicas para su proceso de formación profesional, fortaleciendo de manera autónoma sus procesos de aprendizaje, como también manifiestan el agrado y la satisfacción de la metodología desarrollada en el video de testimonio (ver anexo 3. Video de Experiencias).
- Cumplir con el propósito de diseñar, construir, implementar, retroalimentar y sistematizar el efecto del Material Potencialmente Significativo, permite identificar las diferentes potencialidades de los estudiantes a través de diversos escenarios de aprendizaje dirigidos a la obtención de una mayor comprensión y mejor desempeño académico. Estos escenarios donde los estudiantes son los protagonistas adquieren los conocimientos a través del lenguaje, la experimentación, interacción permanente con el docente orientador y la construcción conceptual de los fenómenos de manera colectiva. El desarrollo de esta experiencia enriquece el saber pedagógico del docente y promueve la generación de equipos de trabajo entre pares para compartir, reflexionar, y consolidar estrategias en pro de la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes.

Perspectivas

- Esta estrategia metodológica en conjunto con el material didáctico elaborado se encuentra a disposición del Aula Taller de Ciencias del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid en sus diferentes estrategias académicas como *Aula-Abierta*, *Taller Didáctico*, y especialmente, en los *Cursos con Enfoque Aula Taller*, esto con el propósito de contribuir a los procesos de enseñanza y aprendizaje en el área de Física a partir de la promoción de actividades de lectoescritura que contribuyan al aprendizaje a través del lenguaje y los significados, además del desarrollo de actividades experimentales que permitan vivenciar el comportamiento de los fenómenos físicos. El Material Potencialmente Significativo estará al servicio de los demás docentes del área de la institución, con el propósito de fortalecer y estimular la transformación de las prácticas educativas en el aula de clase universitaria, de la mano con el apoyo y la sensibilización a docentes y estudiantes monitores para el desarrollo de las buenas prácticas en la enseñanza, generando un efecto en el aprendizaje adquirido en los estudiantes de los cursos con enfoque tradicional.
- La transformación de esta práctica educativa en el área de Física va ser un referente de buenas prácticas educativas universitarias, lo que permitirá apoyar y contribuir a otros procesos y nuevas estrategias académicas de enseñanza y aprendizaje de las demás áreas de las ciencias básicas que brinda la institución, tales como: Matemáticas, Química, Estadística, entre otras áreas de la Física.

Referencias

Gómez, J.A., Gómez, J.F., Restrepo J.D., Ramírez, W.A., Quijano, J.C., Hoyos, A., Mira, J.J,... Hurtado C.A. (2016). **El “Aula Taller”: una experiencia didáctica constructivista ausbeliana con estudiantes en riesgo de deserción estudiantil en el ciclo básico de carreras de ingeniería.** *Memoria 6º Encuentro Nacional de Aprendizaje Significativo, Sao Pablo, Brasil, 2016.*

Gómez, J.A., Gómez, J.F., Quijano, J.C., Ramírez, W.A. y Mira, J.J. (2016). **Aprendizaje Activo-Significativo basado en la metodología “Aula-Taller” como estrategia para la prevención de la deserción en los ciclos básicos de formación universitaria.** *Memoria del congreso CLABES – Conferencia Latinoamericana sobre Abandono en la Educación Superior, Quito, Ecuador, 2016.*

Moreira, Marco. A. (2006). **El Aprendizaje Significativo: De la Visión Clásica a la Visión Crítica.** *Conferencia de cierre del V Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, Madrid, España, 2006.*

Moreira, Marco. A. (1997). **Aprendizaje Significativo: Un concepto subyacente.** *Actas del encuentro internacional sobre el Aprendizaje Significativo, Burgos, España, 1997. pp. 19-44.*

Moreira, Marco. A. (2000). **Aprendizaje Significativo Crítico.** *III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, Lisboa (peniche), Portugal, 2000. pp. 33-45.*

Moreira, Marco. A. **La Teoría del Aprendizaje Significativo**. *Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias – Universidad de Burgos, Burgos, España. Texto de Apoyo #6.*

Moreira, Marco. A. (2014). **Enseñanza de la Física: Aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidad**. *Conferencia de apertura de la XI Conferencia Internacional sobre Enseñanza de la Física. Revista de Enseñanza de la Física. 26. pp. 45-52.*

Moreira, Marco. A. (2008). **Organizadores Previos y Aprendizaje Significativo (advanced organizers and meaningful learning)**. *Revista Chilena de Educación Científica. 7. pp. 23-30.*

Páramo, Gabriel. J., Correa, Carlos. A. (1999). **Deserción Estudiantil Universitaria. Conceptualización**. *Revista Universidad EAFIT, pp. 66-78.*

Observatorio de Educación Superior de Medellín – ODES, SAPIENCIA. **Deserción en la Educación Superior**. Boletín # 5, Julio, 2017.

Ministerio de Educación Nacional, Revolución Educativa Colombia Aprende (2009). **Deserción Estudiantil en la Educación Superior Colombiana. Metodología de Seguimiento, Diagnóstico y Elementos para Prevención**. *Bogotá, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.*

Propuesta de Lineamientos para la Formación por Competencias en Educación Superior. Ministerio de Educación Nacional

Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (2018). **Programas Académicos.** Medellín, Colombia. Recuperado de: <http://www.politecnicojic.edu.co/index.php/programas>

Bausela Herreras, E. (2004). **La docencia a través de la investigación-acción.** *Revista Iberoamericana De Educación*, 35(1), 1-9. Recuperado a partir de: <https://rieoei.org/RIE/article/view/2871>

Ferreyra, Adriana., González, Eduardo M. (2000). **Reflexiones sobre la Enseñanza de la Física Universitaria.** *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 18 (2), 189-199. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21655>

Avendaño, R., Lancheros, W., Castiblanco, O., & Arcos, F. O. (2012). **La Enseñanza de la Física a través de Módulos Experimentales.** *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. 7 (1), 32 – 49. Recuperado de: <https://doi.org/10.14483/23464712.5037>

Cobas, R. A., Repilado, F. L., & Gracia, A. (2017). **Los Mapas Conceptuales en la Enseñanza de la Física: Una Alternativa para Desarrollar el Aprendizaje en los Estudiantes de Ingeniería Geología.** *Didasc@lia: Didáctica y Educación*. 7(6), 185-194. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6684327>

Losada, M. A., Giletto, C.M., Cassino, M. N., & Silva, S. E. (2012). **Propuesta didáctica para las Experiencias de Laboratorio de Física en la Carrera de Agronomía.** *Avances en Ciencias e Ingeniería* 4(3), 95-102. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/3236/323629167009.pdf>

Castiblanco, O.L., & Vizcaíno, D. F. (2008). **El uso de las TICs en la Enseñanza de la Física.** *Revista Ingenio Libre - Universidad Libre*. Vol.7, 20-26. Recuperado de: <http://www.unilibre.edu.co/revistaingeniolibre/revista7/articulos/El-uso-de-las-TICs.pdf>

Hernando, Alfredo. (2015). **Viaje a la escuela del siglo XXI. Así trabajan los colegios más innovadores del mundo.** Madrid - España: Fundación Telefónica. Recuperado de: https://www.fundaciontelefonica.com/educacion_innovacion/viaje-escuela-siglo-21/

Merlino, Aldo. & Ayllón, Silvia. (2015). **Experiencias en Investigación Educativa. Deserción. Regulación emocional y representaciones en estudiantes universitarios.** Buenos Aires – Argentina: Editorial Brujas.

Anexos

Anexo 1. Subsunoiores.

- Guía Didáctica – Subsunoiores.

Anexo 2. Material Potencialmente Significativo – Movimiento Rectilíneo.

- **Guías Didácticas – Experimentación:**
 - ✓ Actividades Experimentales Movimiento Rectilíneo.
 - ✓ Actividades de Simulación Movimiento Rectilíneo.
 - ✓ Pautas Presentación de Proyecto Final.
- **Guías Didácticas – Lenguaje:**
 - ✓ Elaboración de Informes de Lectura.
 - ✓ Construcción de Mapas Conceptuales.
 - ✓ Pautas Participación en Foro - Conversatorio.

Anexo 3. Instrumentos de Recolección de Información.

- **Diario de Campo Docente**
 - ✓ Bitácora inicial de curso.
 - ✓ Bitácora de diagnóstico.
 - ✓ Bitácora implementación de Material Potencialmente Significativo.
 - ✓ Bitácora Sistematización de la Intervención.
 - ✓ Bitácora final de curso.
- **Evidencia de Encuestas**
 - ✓ Instrumento de encuestas

- ✓ Evidencia de encuestas diligenciadas por los estudiantes.
- **Galería fotográfica**
 - ✓ Fotos de: actividades de simulación, actividades experimentales, dinámica de aula de clase, foro-conversatorio, mapas conceptuales y proyecto final de curso.
- **Video de Experiencias**
 - ✓ Video de experiencia personales – testimonios.
 - ✓ Video de Proyectos Finales de Curso.

Anexo 4. Evidencias Trabajo de Estudiantes.

- **Imágenes de las actividades realizadas por algunos de los estudiantes**

Anexo 5. Material Potencialmente Significativo para otros Fenómenos Físicos

- **Repositorio de guías didácticas acerca actividades de experimentación y simulación en los demás fenómenos de la física mecánica. Material Potencialmente Significativo que forma parte del Curso Especial.**